

VYSOKÁ ŠKOLA BÁŇSKÁ – TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA
EKONOMICKÁ FAKULTA

KATEDRA NÁRODOHOSPODÁŘSKÁ

Investice do výzkumu a vývoje a ekonomický růst
Research and Development Investment and Economic Growth

Student: Bc. David Štramberský
Vedoucí diplomové práce: Ing. Lenka Filipová, Ph.D.

Ostrava 2016

VŠB - Technická univerzita Ostrava
Ekonomická fakulta
Katedra národohospodářská

Zadání diplomové práce

Student: **Bc. David Štramberský**
Studijní program: N6202 Hospodářská politika a správa
Studijní obor: 6202T027 Národní hospodářství
Téma: Investice do výzkumu a vývoje a ekonomický růst
Research and Development Investment and Economic Growth
Jazyk vypracování: čeština

Zásady pro vypracování:

1. Úvod
2. Teoretické pojetí výzkumu a vývoje a ekonomického růstu
3. Problematika investic do výzkumu a vývoje v empirických studiích
4. Analýza vlivu výzkumu a vývoje na ekonomický růst
5. Závěr

Seznam použité literatury

Seznam zkratk

Prohlášení o využití výsledků diplomové práce

Seznam příloh

Přílohy

Seznam doporučené odborné literatury:

AGHION, Philippe and Steven N. DURLAUF (eds.). *Handbook of Economic Growth, Vol. 2B*. Cambridge: Elsevier, 2013. ISBN 978-0-444-53540-5.

BARRO, Robert and Xavier SALA-I-MARTIN. *Economic Growth*. Cambridge: MIT Press, 2004. ISBN 0-262-02553-1.

VARADZIN František a kol. *Ekonomický rozvoj a růst*. Praha: Professional Publishing, 2004. ISBN 80-86419-61-4.

Formální náležitosti a rozsah diplomové práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Lenka Filipová, Ph.D.**

Datum zadání: 20.11.2015

Datum odevzdání: 22.04.2016



Ing. Martin Štěpánek, Ph.D.
vedoucí katedry



prof. Dr. Ing. Dana Dluhošová
děkanka fakulty

Místopřísežné prohlášení

Prohlašuji, že jsem celou práci, včetně všech příloh, vypracoval samostatně. Přílohy č. 1, 2 a 3, dané mi k dispozici, jsem samostatně doplnil.

V Ostravě dne 22. 4. 2016.

Bc. David Štramberský

Poděkování

Zde bych chtěl poděkovat mé vedoucí diplomové práce Ing. Lence Filipové, Ph.D. za ochotu, čas věnovaný na konzultacích a cenné rady, které jsem zužitkoval při zpracování této práce.

Obsah

1	Úvod.....	8
2	Teoretické pojetí výzkumu a vývoje a ekonomického růstu.....	9
2.1	Definování pojmů výzkum a vývoj	9
2.2	Výdaje na výzkum a vývoj	12
2.3	Teorie ekonomického růstu	14
2.3.1	Neoklasická teorie růstu.....	14
2.3.2	Teorie endogenního ekonomického růstu	17
2.3.3	Schumpeterova inovační teorie	23
2.4	Problematika výzkumu a vývoje v Evropské unii	23
3	Problematika investic do výzkumu a vývoje v empirických studiích	26
4	Analýza vlivu výzkumu a vývoje na ekonomický růst	41
4.1	Metodologie.....	41
4.2	Deskriptivní analýza	45
4.3	Korelační analýza.....	54
4.4	Panelová regresní analýza	58
4.4.1	Modely se zahrnutím GERD	59
4.4.2	Modely se zahrnutím patentů	62
4.4.3	Shrnutí	64
5	Závěr.....	67
	Seznam použité literatury	70
	Seznam zkratk	75
	Prohlášení o využití výsledků diplomové práce.....	76
	Seznam příloh.....	77

1 Úvod

Diplomová práce je zaměřena na investice do vědy, výzkumu a vývoje a jejich dopad na ekonomický růst v zemích Evropské unie. Tato problematika vzbuzuje stále mnoho otázek. Výzkumné a vývojové činnosti jsou v dnešním postindustriálním období perspektivní a velice důležité pro chod nejrozličnějších odvětví a tím i pravděpodobně pro celkovou ekonomickou prosperitu, zvláště v několika posledních desetiletích, kdy vznikají úplně nové oblasti vědy a techniky ve společnosti. Financování výzkumu, vývoje a inovací by mělo být proto jednou z priorit každé ekonomiky, která chce prosperovat a udržet si určitou konkurenceschopnost ve světové ekonomice. Výzkum a vývoj ovšem není tvořen ve vakuu, ale musí být doplňován dalšími aspekty ekonomického růstu a to lidským kapitálem, pracovní silou, určitým hmotným a nehmotným kapitálem, kvalitním právním systémem a institucionálním uspořádáním nebo potřebami dané společnosti.

Cílem této práce je zhodnocení vlivu investic do výzkumu a vývoje na ekonomický růst v zemích Evropské unie v období mezi lety 1998 až 2014. Předpokládá se, že investice do výzkumu a vývoje ovlivňují dlouhodobý ekonomický růst vybraných zemí pozitivně. Cíle bude dosaženo pomocí metody panelové regresní analýzy, již předchází metoda komparativní a deskriptivní a také rešerše empirické literatury.

Práce obsahuje celkem pět kapitol. Po úvodní části následuje druhá kapitola, ve které je teoreticky popsán pojem výzkum a vývoj, přičemž se vychází z Frascati manuálu, jakožto základního a důležitého podkladu pro definování a dělení výzkumných a vývojových aktivit. Dále následuje popis neoklasické a endogenní teorie ekonomického růstu a toho, jak je výzkum a vývoj řešen v rámci Evropské unie. Třetí kapitola je věnována rešerši empirické odborné literatury, která se zabývá otázkami ohledně vlivu výdajů na výzkum a vývoj nebo inovací na ekonomický růst nebo na produktivitu výrobních faktorů. Poslední čtvrtá kapitola je pak zasvěcena analýze zkoumaného vlivu a je rozdělena do čtyř částí. První část pojednává o metodologii použitých proměnných, které vychází z teoretické i empirické literatury. V další části je uvedena deskriptivní a komparativní analýza daných proměnných následována analýzou korelační. V poslední části je již zkoumán vliv investic do výzkumu a vývoje na ekonomickou úroveň prostřednictvím panelové regresní a ekonometrické analýzy aplikované na vytvořených modelech. Pátá kapitola je věnována závěru.

2 Teoretické pojetí výzkumu a vývoje a ekonomického růstu

2.1 Definování pojmů výzkum a vývoj

Výzkum a vývoj a systematické využívání jeho výsledků je klíčovým faktorem současného socioekonomického rozvoje. Sílicí světová propojenost, globalizace a růst konkurenceschopnosti na světových trzích vedou k potřebě nových poznatků, a výzkum a vývoj se proto dostává do popředí společenského rozvoje a významně tak přispívá k růstu hospodářské úrovně a kvality života. Výzkum a vývoj v současné době postupně vytváří vazby mezi společnostmi na mezinárodní, státní i regionální úrovni. Ve veřejném výzkumu a vývoji se do popředí dostávají otázky využívání poznatků a zajištění efektivních vazeb mezi jednotlivými fázemi inovačního procesu, aby bylo zajištěno udržitelného ekonomického rozvoje (Klusáček, Kučera, Pazour a kol., 2008).

Pojmy výzkum a vývoj jsou charakterizovány prostřednictvím mnoha definic. Podle Prnky, Šperlinka a Křenky (1999) se pod pojmy výzkum, vývoj a vědecká práce zahrnuje systematická tvořivá práce za účelem zvýšení obecných znalostí, včetně znalostí o člověku, kultuře, společnosti, generování nových poznatků a jejich uplatňování v praktickém životě apod. Pro statistické hodnocení uvedených činností je nezbytné jejich definování. Obecně výzkum znamená systematickou a tvůrčí činnost rozšiřující poznání přírody, člověka, společnosti, myšlení, kultury a techniky. Výzkum se dělí na badatelský a cílený. Badatelský znamená tvůrčí práci rozvíjející hranice poznání, zahrnující získávání a ověřování nových poznatků a vytváření nových hypotéz a teorií. Cílený výzkum je zase tvůrčí práce zaměřená na získání poznatků v určitém definovaném oboru, který je formulován podle aktuálních nebo předpokládaných vědeckých, společenských a ekonomických zájmů. Cílený výzkum vytváří nezbytný základ pro navazující vývoj výrobků a technologií včetně systému řízení a léčebných postupů. Bragg (2010) popisuje výzkum jako plánované vyhledávání znalostí a jeho záměrem a výsledkem je zlepšení existujícího, nebo vytvoření zcela nového produktu nebo procesu. Neexistuje však žádná záruka, že k tomu dojde a tak je výzkum chápán jako hledání nových poznatků. Vývoj znamená posílení stávajících nebo vytvoření zcela nových výrobků nebo postupů. Tento proces nemusí být přímý následek úsilí v oblasti výzkumu, ale výsledky výzkumu lze získat z libovolného zdroje. Vývoj zahrnuje různé koncepce, testování alternativních produktů a konstrukci prototypů. Jde tedy o využití poznatků výzkumu, nebo realizace nových myšlenek a technologií a jejich přenesení na jiné subjekty v ekonomickém systému i přenesení z pohledu teritoriálního. Výzkumné a vývojové činnosti tedy zapříčiní

přenos jakýchkoliv znalostí, produktů nebo postupů na jiný subjekt, což bude popsáno v další podkapitole.

Podle Frascati manuálu lze pohlížet na výzkum a vývoj mnohými dalšími způsoby. Frascati manuál vznikl v roce 1963 výsledkem zasedání OECD a národních expertů na statistiku o výzkumu a vývoji. Navrhnutý standardizovaný postup na realizaci hodnocení výzkumu a vývoje neboli Frascati manuál se od této doby se modernizuje a doplňuje. Není to jen standard pro zhodnocení výzkumných a vývojových činností v členských zemích OECD, ale je to také výsledek iniciativ OECD, UNESCO, Evropské unie a různých regionálních organizací. Frascati manuál definuje výzkum a experimentální vývoj, což celkově zahrnuje tvořivou práci, vykonávanou na systematickém základě s cílem zvýšit znalosti o člověku, kultuře a společnosti a využít je k navrhování nových aplikací. Výzkum a vývoj zahrnuje tři činnosti a to základní výzkum, aplikovaný výzkum a experimentální vývoj:

- základní výzkum analyzuje vlastnosti, struktury a vztahy s úmyslem formulovat a testovat hypotézy, teorie a zákony. Výsledky základního výzkumu se nepředávají, ale publikují se ve vědeckých časopisech apod. Může být orientovaný na určité obory všeobecného zájmu s jasným cílem uplatnitelnosti v budoucnu. Základní výzkum lze rozlišit na čistý, který se provádí s cílem vytvořit nové poznatky bez dosažení dlouhodobých ekonomických a sociálních užitků, a orientovaný, který je prováděn s očekáváním tvorby základních poznatků, které povedou k řešení už známých problémů,
- aplikovaný výzkum je také zkoumání s cílem získat nové poznatky, ale je směřovaný hlavně na specifický praktický cíl nebo účel a řeší konkrétní problémy. Výsledky aplikovaného výzkumu mají být v první řadě přínosem pro více nebo omezenou sérii výrobků, operací, metod a systémů,
- experimentální výzkum je systematická práce, která využívá poznatky získané ve výzkumu a z praktické zkušenosti, a která je směřována na výrobu nových materiálů, výrobků a zařízení, zavedení nových procesů, systémů a služeb, nebo podstatné vylepšení již vyrobených a zavedených. Ve společenských vědách může být tento výzkum definovaný jako proces přenosů poznatků získaných prostřednictvím výzkumu do operačních programů a různých projektů pro testovací a vyhodnocovací účely (OECD, 2002).

Kislingerová a kol., (2008) poukazují na to, že i technické inovace se vyznačují tvorbou nových výrobků, postupů a technologických změn ve výrobcích a postupech. Existují různé druhy inovací:

- inovace produktu - zavedení nových nebo významně zlepšených zboží a služeb,
- procesní inovace - zavedení nové nebo významně zlepšené produkce či dodavatelských metod,
- marketingová inovace - zavedení nové marketingové metody obsahující významné změny v designu produktu nebo v balení, umístění produktu, podpoře či ocenění,
- organizační inovace - zavedení nové organizační metody v podnikových obchodních praktikách, v organizaci pracovního místa nebo externích vztazích.

Z důvodu analýzy a interpretace údajů o výzkumu a vývoji jsou statistické jednotky zařazené do skupin podle jednotlivých sektorů ekonomiky v souladu se standardními klasifikacemi ekonomických činností. Sektory provádění výzkumu a vývoje se dělí na podnikatelský, státní, soukromý neziskový, sektor vysokých škol a zahraniční sektor. První podnikatelský sektor zahrnuje všechny firmy, organizace a instituce, jejichž základní činností je tržní výroba výrobků a služeb pro širokou veřejnost. Tento sektor se skládá ze soukromých podniků, veřejných podniků a neziskových organizací. Státní sektor obsahuje všechny útvary, úřady a orgány státní správy a samosprávy, které poskytují běžné služby, jiné než vysokoškolské vzdělávání. Státní sektor lze dále členit podle typu prováděných výzkumných a vývojových činností, vědních oblastí, druhu pracoviště a regionálního členění. Soukromý neziskový sektor zahrnuje netržní soukromé neziskové instituce, které poskytují služby domácnostem, dále to mohou být soukromí jednotlivci nebo domácnosti. Jedná se především o různá výzkumná sdružení, spolky, svazy, kluby, odborové svazy a spotřebitelské asociace apod. Pod sektorem vysokých škol se soustřeďují všechny univerzity, technické odborné vysoké školy a jiné instituce pomaturitního vzdělávání bez ohledu na jejich zdroj financování a právní stav. Dále všechny výzkumné instituce, experimentální stanice a kliniky, které jsou pod přímou kontrolou vysokoškolských institucí a jsou jimi spravované nebo s nimi spojené. Poslední zahraniční sektor pokrývá všechny výzkumné instituce a jednotlivce se sídlem za hranicemi daného státu a mezinárodní organizace operující v rámci příslušné země. Dále jsou statistické jednotky klasifikované v šesti hlavních odborech vědy a techniky: přírodní vědy, inženýrství a technika, lékařské vědy, zemědělské vědy, společenské vědy a humanitní vědy (OECD, 2002).

2.2 Výdaje na výzkum a vývoj

Technologický pokrok je alespoň zčásti ovlivněn rozhodnutími hospodářské politiky a soukromého sektoru. Mezeru vzniklou v nedostatečných soukromých investicích do výzkumu a vývoje mohou zaplnit veřejné výdaje. Tímto však může také docházet k efektu vytlačování soukromých investic vládními. Vládní výdaje lze dělit na produktivní a neproduktivní. Produktivní výdaje jsou takové, které podporují investice soukromých subjektů, jako například investice do infrastruktury, vzdělání nebo výzkumu a vývoje. Jsou to tedy investiční výdaje, které pozitivně ovlivňují hospodářský růst, ale je nutné rozlišovat velikost vládních výdajů a způsob financování a strukturu těchto výdajů. Mohou tak převažovat produktivní efekty, ale s růstem výdajů a zdanění však zesilují efekty nepříznivě ovlivňující růst. Neproduktivní vládní výdaje představují například nenávratné transfery obyvatelstvu (Kadeřábková a Žďárek, 2006). Také Prnka, Šperlink a Křenek (1999) poukazují na to, že výzkum a vývoj patří k produktivním oblastem veřejného zájmu. Získávání poznatků a jejich plynulý přechod od základního výzkumu, přes aplikovaný až k vývoji nových konkurenceschopných výrobků, technologií a služeb, musí být podporováno ze zdrojů podnikatelského sektoru i ze zdrojů veřejných. Přímá finanční podpora, což znamená různé příspěvky, dotace, subvence, granty apod., musí být doplněna nepřímými nástroji podpory, jako jsou například daňové a úvěrové podpory, odpisová zvýhodnění aj. Politika výzkumu a vývoje by tak měla zůstat koordinována s dalšími oblastmi veřejného zájmu, především s hospodářskou politikou, proexportní, sociální, vzdělanostní, zdravotní, bezpečnostní, politikou životního prostředí, dopravní a zahraniční politikou.

Výdaje na vědu a výzkum jsou klíčovým ukazatelem pro mezinárodní srovnání, stejně tak pro účely vlády a soukromého sektoru o úsilí k získání konkurenční výhody v oblasti vědy a techniky. Pro mezinárodní srovnání se používá ukazatel celkových hrubých domácích výdajů na výzkum a vývoj GERD (Gross Expenditure on Research and Development) vyjádřené jako procento z hrubého domácího produktu země. Tento ukazatel zveřejňovaný statistickým úřadem Eurostat umožňuje zachytit inovační kapacitu země a hodnotit úsilí ve vytváření nových znalostí a využívání výsledků výzkumu s prokazatelnými pozitivními externalitami. GERD jsou definovány jako celkové vnitřní (běžné i kapitálové) výdaje na výzkum a vývoj realizovaný na území státu v daném období ze strany rezidentních podniků, výzkumných ústavů, vysokých škol a vládních laboratoří apod., ale vylučuje výdaje na výzkum a vývoj domácích firem realizované v zahraničí (Kislingerová a kol., 2008). Kvůli časovému zpoždění dostupnosti údajů o GERD byl vytvořen další ukazatel a to výdaje ze

státního rozpočtu na výzkum a vývoj GBAORD (Government Budget Appropriations or Outlays for Research and Development), který obsahuje všechny rozpočtové položky z oblasti výzkumu a vývoje. Tyto výdaje jsou hrazené z daní nebo jiného státního příjmu v rámci rozpočtu. Oba ukazatele se liší tím, že GERD zahrnuje veřejné i soukromé investice na výzkum a vývoj, oproti tomu GBAORD pouze investice na výzkum a vývoj vydané z veřejných rozpočtů daných zemí. GBAORD zveřejňovaný rovněž úřadem Eurostat a také organizací OECD, pokrývá nejen státem financovaný výzkum a vývoj vytvářený státními organizacemi, ale také v ostatních třech národních sektorech (podnikatelský, soukromý neziskový, vysoké školy) a v zahraničí. Do zahraničí by měly být zahrnuté příspěvky na mezinárodní programy nebo příspěvky organizacím, které se výlučně zabývají výzkumem. Jedná se především o následující instituce: Evropská organizace pro jaderný výzkum CERN, Evropská vesmírná agentura, Mezinárodní komise pro atomovou energii a další. GBAORD lze rozdělit podle socio-ekonomických cílů a přidělení dotací na výzkum a vývoj na jednotlivé socio-ekonomické cíle by mělo být na úrovni, která odráží účel poskytování finančních prostředků. Socio-ekonomické oblasti se rozdělují do následujících kategorií:

- výzkum a využití Země,
- infrastruktura a všeobecné plánované využití krajiny,
- kontrola a správa životního prostředí,
- ochrana a zlepšování lidského zdraví,
- výroba, distribuce a racionální využívání energie,
- zemědělská výroba a technologie,
- průmyslová výroba a technologie,
- sociální struktura a vztahy,
- výzkum a využití vesmíru,
- výzkum financovaný ze všeobecných finančních prostředků vysokých škol,
- neorientovaný výzkum,
- jiný civilní výzkum,
- obrana – pokrývá mimo výzkum pro vojenské účely také jaderný a vesmírný výzkum financovaný ministerstvem obrany, meteorologií, telekomunikace a zdravím (OECD, 2002).

Podle Frascati manuálu lze tímto celkově shrnout hlavní rozdíly mezi GBAORD a GERD. V principu by měly být oba dva druhy postavené na stejné definici výzkumu a vývoje, měly by pokrývat přírodní, technické, sociální a humanitní vědy a také běžné a kapitálové

výdaje. Státem financované GERD jsou založené na správách od organizací výzkumu a vývoje, zatímco GBAORG jsou založeny na správách od poskytovatelů finančních prostředků do výzkumu. Stejně tak GERD pokrývají pouze výzkum a vývoj tvořený na národním území financovaný centrální, regionální a místní vládou, GBAORG však zahrnuje platby pro zahraniční organizace a vylučuje místní vládu a někdy také regionální (OECD, 2002).

2.3 Teorie ekonomického růstu

Ekonomický růst je nepochybně výsledek bezprostředních příčin, které jsou chápány jako využití fyzického kapitálu, lidského kapitálu nebo technologického pokroku. Ovšem rozdíly v těchto složkách jsou mezi zeměmi značné a bezprostřední příčiny tak neposkytují jednoznačné vysvětlení ekonomického růstu. Vedle tohoto existují i fundamentální příčiny ekonomického růstu, které mají pomoci zodpovědět otázky týkající se na první pohled neracionálního dosahování, respektive nedosahování růstu v některých zemích. Fundamentální příčiny jsou charakterizovány faktory, které umožňují propojit otázky ekonomického růstu s ostatními společenskými vědami. Mezi fundamentální příčiny patří například štěstí a náhoda, které mohou vést k rozdílům ve společnosti s identickými příležitostmi, preferencemi a strukturou trhu. Dále geografické rozdíly, které ovlivňují životní prostředí, zemědělství, přírodní zdroje, případně individuální postoje a chování. Institucionální faktory zase mají vliv na právní předpisy, podle kterých se řídí jednotlivci i podniky a přizpůsobují tomu svá rozhodování ohledně investic, obchodu apod. Podobně také kulturní rozdíly hrají roli v životních hodnotách, preferencích a přesvědčení. Tyto základní příčiny mají vliv na akumulaci fyzického i lidského kapitálu a zlepšení technologií, což zase ovlivní hospodářský růst (Acemoglu, 2009).

2.3.1 Neoklasická teorie růstu

Existuje mnoho teorií ekonomického růstu, které se více či méně zabývají technologickým pokrokem a následně faktorem růstu vědou a výzkumem. Jednou z teorií ekonomického růstu je neoklasická teorie růstu, která bere v úvahu výrobní faktory. Solow (1956) hodnotil dosavadní keynesiánskou teorii růstu za nevyhovující z důvodu dosažení rovnováhy „na ostří nože“ z dlouhodobého pohledu. To znamená, že v keynesiánských modelech neexistuje žádný přizpůsobovací mechanismus a jakákoliv odchylka od dané rovnováhy se postupně prohlubuje namísto opětovného dosažení rovnováhy. Sklouzne-li i mírně mimo rovnováhu hodnota některého z klíčových parametrů (mezní sklon k úsporám,

poměr kapitálu na celkovém produktu, růst pracovní síly), způsobí to rostoucí nezaměstnanost a dlouhotrvající vysokou inflaci.

Nejznámějším neoklasickým modelem je Solowův model, který se zaměřuje na růstovou úlohu úspor, populační růst a technologický pokrok. Tento model vychází z několika předpokladů:

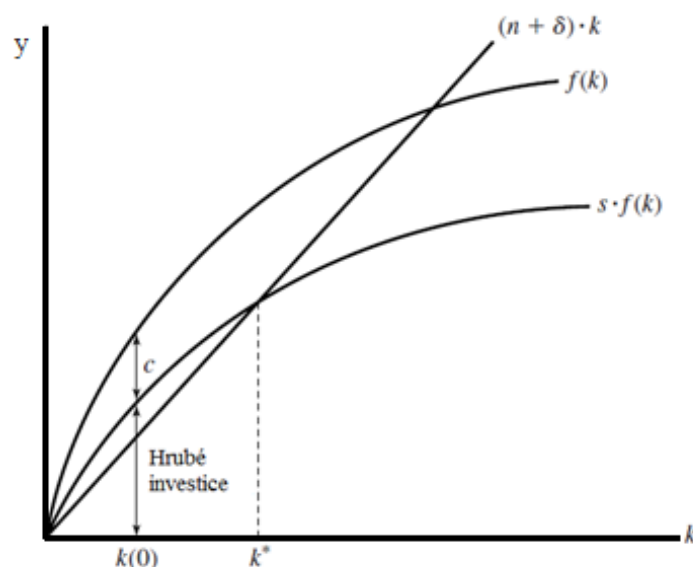
- v dlouhém období je plně využita kapacita ekonomiky, ta má v každém okamžiku určitý počet pracujících obyvatelstva a určitou kapitálovou zásobu a s těmito zdroji ekonomika vyrábí reálný produkt,
- klesající mezní výnosy z kapitálu,
- uzavřená ekonomika a neexistence státního sektoru, což znamená, že část neinvestovaného kapitálu je spotřebována ($I = S$),
- konstantní výnosy z rozsahu (při zvýšení práce i kapitálu se konstantně zvýší i produkt).

Lze tvrdit, že Solowův model růstu je modelem kapitálové akumulace a studuje, jak reálný důchod na osobu, spotřeba na osobu a poměr kapitál – práce se vyvíjejí v čase. Základem modelu je neoklasická produkční funkce v obecné formě vyjádřená:

$$Y = f(K, L, A), \quad (2.1)$$

kde Y je důchod, K kapitál, L práce a A zahrnuje úroveň technologie, kvalifikace atd. Zákon klesajícího mezního výnosu z kapitálu způsobí, že se časem vyčerpá možnost zvyšování životní úrovně pomocí akumulace kapitálu a v tomto okamžiku se ekonomika dostává do stálého stavu (Varadzin a kol., 2004). Podle Holmana (2010) stálý stav představuje dlouhodobou rovnováhu a znamená stav, kdy je kapitál na pracovníka neměnný a produkt na pracovníka je také neměnný. Zvýšení míry úspor vede ke zvýšení hospodářského růstu a nakonec vede k vyššímu stálému stavu kapitálu i produktu na pracovníka. Stálý stav kapitálu se tedy zvyšuje se zvyšující se mírou úspor, se snižující mírou opotřebení kapitálu a nižším populačním růstem. Zvýšení růstu populace tak sníží kapitál na pracovníka i produkt na pracovníka ve stálém stavu. Stálý stav je zachycen na obrázku 2.1 v bodě střetu investiční a amortizační funkce na k^* .

Obr. 2.1: Solowův – Swanův model růstu



Zdroj: Barro a Sala-I-Martin (2004).

Pozn.: amortizační funkce: $(n + \delta) \cdot k$; investiční funkce: $s \cdot f(k)$; produkční funkce: $f(k)$; úroveň produktu a kapitálové zásoby na pracovníka: y a k .

Na základě výše uvedených vyjádření je možné uvést rovnici Solowova – Swanova modelu, která představuje základní rovnici akumulace kapitálu:

$$\dot{k} = s \cdot f(k) - (n + \delta) \cdot k, \quad (2.2)$$

kde \dot{k} představuje změnu poměru kapitálu na pracovníka, $s \cdot f(k)$ hrubé investice na pracovníka a $(n + \delta) \cdot k$ míru opotřebení kapitálové zásoby. Stálý stav lze tedy charakterizovat jako:

$$s \cdot f(k) = (n + \delta) \cdot k. \quad (2.3)$$

Souhrnně lze tvrdit, že podle modelu celkový reálný důchod roste tempem odpovídajícím míře růstu populace a míře technologického pokroku. Dále reálný důchod na osobu roste tempem, které odpovídá míře technologického pokroku. V úspěšně se rozvíjejících ekonomikách, kde je míra růstu kapitálu vyšší než míra růstu populace a technologického pokroku, bude míra růstu reálného důchodu na osobu vyšší než míra odpovídající dlouhodobému stálému růstu. U stagnujících ekonomik bude tempo růstu reálného důchodu na osobu stejné nebo nižší než tempo odpovídající dlouhodobému stálému růstu, ale díky technologickému pokroku bude stále pozitivní. Existují ovšem pochybnosti ohledně této teorie růstu, protože ve stálém stavu je růst důchodu na osobu dán pouze technologickým pokrokem a ten je dán exogenně a model jeho původ nevysvětluje (Barro a

Sala-I-Martin, 2004; Varadzin a kol., 2004). Existuje však možnost neutrálního technologického pokroku, který předpokládá zvýšení produktivity práce i kapitálu prostřednictvím technologických změn. Funkce práce a kapitálu je vynásobena proměnnou A , a produkční funkce se změní do následující podoby:

$$Y = A \cdot f(K, L). \quad (2.4)$$

Technologický pokrok posunuje produkční funkci a tím rostou i úspory a investice, čímž se zvýší i investiční funkce. Poměr kapitálu a práce nikdy nedosáhne rovnovážné hodnoty, ale roste navždy. Růst úrovně technologií není jakkoliv omezen a představuje jediný faktor ekonomického růstu (Solow, 1956).

Neoklasický model předvídá významné rozdíly v míře výnosu kapitálu mezi zeměmi. Chudší země by měly mít vyšší míru výnosu než země vyspělé a kapitál by měl plynout ze zemí bohatších do zemí chudších. Tento závěr je do jisté míry v souladu s realitou, ale rozdíly v míře výnosu nejsou tak razantní. Dalším závěrem je to, že ekonomiky budou konvergovat, což se ovšem nepotvrdilo. Tímto vznikaly další modely růstu, které opouštějí některé základní předpoklady neoklasického modelu a to exogenní technologický pokrok a dostupnost technologie pro všechny země. Následkem toho vznikla nová teorie růstu (Varadzin a kol., 2004).

2.3.2 Teorie endogenního ekonomického růstu

Barro a Sala-I-Martin (2004) uvádí, že v polovině 80. let 20. století bylo stále více zřejmé, že standardní neoklasické růstové modely nevyhovují jako nástroj ke zkoumání determinant dlouhodobého růstu. Dosud model bez technologických změn předpovídal, že ekonomika bude nakonec mířit do stálého stavu s nulovým růstem na obyvatele. Způsob jak vyřešit problém bylo rozšířit koncept kapitálu, zejména zahrnout lidský faktor. Dalším názorem bylo, že technologický pokrok v podobě vytvoření nových myšlenek byl jediný způsob, jak by se mohlo v ekonomice vyhnout klesajícím výnosům v dlouhodobém horizontu. Potenciál v ekonomice, jako je úroveň technologie, podpoří endogenní technologický pokrok a růst.

AK modely

AK model zahrnuje akumulaci fyzického a lidského kapitálu a je tak podobný neoklasickému modelu růstu. Tato skupina modelů se zaměřuje především na vysvětlení růstu pomocí výnosů z široce definovaného kapitálu, které nemusí vykazovat tendence k poklesu

díky externalitám kapitálu. Mezní výnosy z kapitálu jsou konstantní nebo dokonce rostoucí. Model tak udržuje předpoklad konstantních výnosů z rozsahu a zároveň nepředpokládá klesající výnosy z výrobního faktoru, ve kterém jsou zahrnuty všechny produkční vstupy. Nejjednodušší verze produkční funkce bez klesajících výnosů je funkce:

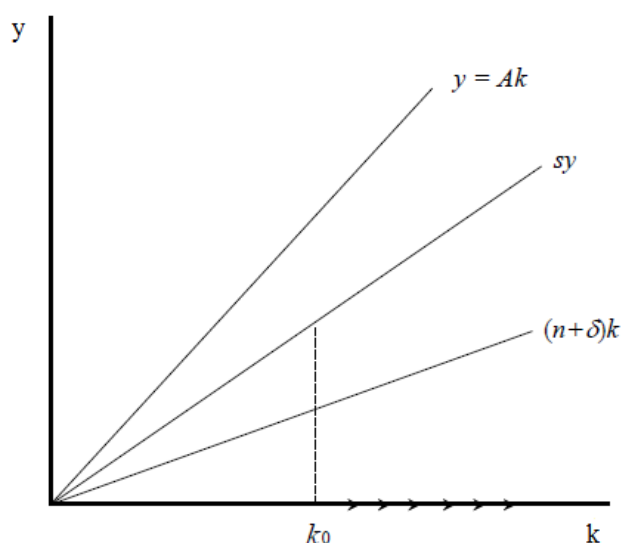
$$Y = A \cdot K \quad (2.5)$$

kde A je kladná konstanta, která odráží úroveň technologie a K zahrnuje lidský i fyzický kapitál. Hlavní rozdíl oproti neoklasickému modelu je ten, že vyšší míra úspor a investic v ekonomice vede k vyšší míře dlouhodobého růstu (Barro a Sala-I-Martin, 2004). To lze vyjádřit následovně. Změna kapitálu je dána rozdílem mezi investicemi a znehodnocením kapitálu a spolu s produkční funkcí lze vytvořit rovnici:

$$\dot{Y}/Y = \dot{K}/K = s \cdot A - \delta, \quad (2.6)$$

kteřá vyjadřuje, čím je determinována míra růstu výstupu. Pokud je $s \cdot A > \delta$, tak výstup poroste permanentně i bez technologického pokroku. Ke zvýšení dlouhodobého růstu tak opravdu postačuje zvýšit míru úspor. Rozdíl oproti Solowovu modelu je patrný na obr. 2.2. Jak již bylo zmíněno, ekonomika v dlouhém období roste permanentně a do stálého stavu nedojde. Produkční funkce $y = A \cdot k$ se z křivky změnila na přímku a nachází se nad funkcí úspor $s \cdot y$, která se rovněž nachází nad funkcí opotřebení kapitálu $(n + \delta) \cdot k$. Z AK modelu lze vyvodit čtyři závěry. První je, že rozdíly v míře úspor mezi zeměmi vedou ke zvyšujícím se rozdílům důchodu v čase a bohaté země tak mohou růst více, než míra technologického pokroku. Rozdíly v důchodu nejsou spojeny s rozdíly ve výnosu kapitálu. Mohou se tak vyskytovat velké rozdíly v důchodu, aniž by došlo k pohybu kapitálu z bohatých do chudých zemí. Dále chudší země, ve kterých úroveň technologického pokroku ovlivňuje produkční proces úplně stejně jako v ostatních zemích, porostou stejným tempem jako země bohatší, a nemusí proto docházet ke konvergenci. Daňová politika nebo rozvoj a regulace kapitálového trhu může ovlivnit podněty ke spoření a investování a tím i dlouhodobý růst (Cihelková a kol., 2008).

Obr. 2.2: AK model



Zdroj: Lebre de Freitas (2014).

Jednosektorový model s fyzickým a lidským kapitálem

V návaznosti na AK modely byl sestrojen model, který zahrnuje fyzické i lidské zdroje. Předpokládá se tedy, že vstupy do produkční funkce tvoří fyzický K a lidský H kapitál:

$$Y = f(K, H), \quad (2.7)$$

kde f vykazuje standardní neoklasické vlastnosti, včetně konstantních výnosů z rozsahu z K a H . Lidský kapitál H značí efektivnost pracovní síly a zahrnuje v sobě počet pracovní síly L násobeno lidským kapitálem na pracovníka h , což je zase dáno rozdílem mezi investicemi do lidského kapitálu a opotřebením lidského kapitálu. Dále záleží na poměru fyzického a lidského kapitálu (K/H), protože při konstantním podílu obou faktorů ekonomika směřuje do stálého stavu. Může se ovšem vyskytnout i nadbytek lidského nebo fyzického kapitálu. Nedostatečný faktor má tak prozatímní neklesající mezní produktivitu, čímž dojde ke zvýšeným investicím do tohoto faktoru. K růstu produktu bude docházet tehdy, čím více bude rozdíl v poměru K a H vyšší. K ekonomickému růstu tedy může docházet i bez zahrnutí technologického pokroku (Barro a Sala-I-Martin, 2004; Acemoglu, 2009).

Dvousektorový Lucasův model

Hlavním příspěvkem k nové teorii růstu jsou investice do lidského kapitálu, které představují alternativu technologickému pokroku. Oproti předchozímu jednosektorovému modelu tento model počítá se dvěma sektory s odlišnými produkčními funkcemi, a to sektor

spotřebních a kapitálových statků a sektor vzdělávání. Lidský kapitál zvyšuje produktivitu práce i fyzického kapitálu. Produkční funkce nabyde následujícího tvaru:

$$Y = A \cdot (K, H) \cdot f(K, H, L), \quad (2.8)$$

kde jsou fyzický kapitál K a lidský kapitál H hlavními faktory způsobující rostoucí výnosy z rozsahu. Ekonomika nedosahuje ve stálém stavu růstu důchodu na osobu rovnému míře technologického pokroku, čímž se stává růst endogenním. Při platnosti neklesajících výnosů kapitálu a při růstu míry úspor dochází ke zvýšení tempa růstu důchodu na osobu. Konvergence ekonomik závisí na počáteční zásobě lidského kapitálu. Chudé země zůstanou chudé, i když porostou stejným tempem jako země bohaté, dokud nezvýší úroveň lidského kapitálu nebo nedojde k migraci pracovníků. Lidský kapitál je tak třeba podporovat ve formě vzdělávání, rekvalifikací a jiných aktivit (Cihelková a kol., 2008).

Romerův „learning-by-doing“ model

Myšlenka AK modelu byla použita pro Romerův „learning-by-doing“ model, který lze chápat jako rovnovážný model endogenního technologického pokroku, ve kterém je dlouhodobý růst hnán akumulací znalostí. Technologický pokrok je endogenizován pozitivními externalitami investic a negativními externalitami růstu pracovní síly, která snižuje motivaci firem prosazovat úsporné inovace. Produkční funkce může mít tak konstantní či rostoucí výnosy z rozsahu a tím může růst pokračovat i ve stabilním stavu nekonečně i bez technologického pokroku. Dalším předpokladem je to, že znalosti jsou veřejným statkem a je u nich znatelný efekt přelévání (Varadzin a kol., 2004). Tyto znalosti mají pozitivní vliv na produktivitu práce. Předpokládá se produkční funkce dána vztahem:

$$Y_i = f(K_i, A \cdot L_i) \quad (2.9)$$

kde jsou kapitál (fyzický i lidský) K_i a práce L_i pronajaté firmou i . Technologie A je společná pro všechny firmy, proto je bez indexu, přičemž platí $A = f(K, L)$. Je-li ovšem práce i kapitál konstantní, každý podnik čelí klesajícím výnosům z kapitálu tak jako v neoklasickém modelu. Pokud dojde k rozšiřování kapitálu určitou firmou s neměnicí se pracovní silou, mezní výnosy z kapitálu na společenské úrovni budou konstantní. Dlouhodobý ekonomický růst bude pak ovlivněn jinými faktory jako například velikostí ekonomiky apod. (Barro a Sala-I-Martin, 2004)

Modely s endogenním technologickým pokrokem

V dalších fázích nové teorie růstu jsou zahrnuty technologické změny do modelu a technologický pokrok se tak stává endogenním. Romer (1990) uvádí, že technologické změny vznikají v důsledku investičních rozhodnutí ze strany firem k maximalizaci jejich zisku a každý, kdo přispívá k technologickým změnám, je motivován tržními pobídkami. Model má čtyři základní faktory a to fyzický kapitál, práci, lidský kapitál a úroveň technologie. Práce zahrnuje praktické dovednosti pracovní síly a je vyjádřena jako počet pracovní síly. Oproti tomu lidský kapitál obsahuje různé aktivity přispívající k rozvoji znalostí jako je vzdělávání, rekvalifikace a školení. V modelu je lidský kapitál rozdělen na rivalitní a nerivalitní složku. Rivalitní část je vyjádřena lidským kapitálem v rukou jednotlivce a nerivalitní část představují technologie, které mohou neomezeně a nezávisle růst a působit tím na ekonomický růst. Ekonomika je rovněž rozdělena do tří následujících sektorů. Výzkumný sektor využívá lidský kapitál a stávající znalosti k vytváření nových poznatků a technologií. Další sektor meziproductů využívá výsledky z předchozího výzkumného sektoru k produkci zboží dlouhodobé spotřeby. V posledním sektoru finální produkce je využívána práce, lidský kapitál a výstupy z předchozího sektoru k produkci spotřebních statků nebo zcela nového kapitálu.

Konečný výstup v tomto modelu je vyjádřen jako funkce práce L , lidského kapitálu H a fyzického kapitálu K . Úroveň technologie A je vyjádřena jako konečný počet existujících vynálezů. Cobb-Douglasovu produkční funkci lze zapsat do následující podoby:

$$Y = H_y^\alpha \cdot L^\beta \cdot \sum X_i^{1-\alpha-\beta}, \quad (2.10)$$

kde H_y je lidský kapitál v sektoru finální produkce, α a β technologické parametry a X_i statek dlouhodobé spotřeby. Tato produkční funkce předpokládá mimo jiné nahraditelnost kapitálových statků, kapitálové statky jsou tedy dokonalé substituty. Lze také uvést základní rovnici výzkumného sektoru, která vyjadřuje nárůst poznatků a technologií vytvořených pracovníky tohoto sektoru:

$$\dot{A} = \delta H_A \cdot A, \quad (2.11)$$

kde δ je parametr produkce a H_A celkový lidský kapitál obsažený v sektoru výzkumu. Tento lidský kapitál v sektoru výzkumu významně přispívá k produkci nových poznatků a technologií. Stejně tak vysoká zásoba poznatků a znalostí A pozitivně ovlivňuje lidský kapitál v sektoru výzkumu. Závěrem tohoto modelu je to, že ekonomika s větším celkovým objemem lidského kapitálu může dosahovat vyššího růstu, což je hlavní výsadou endogenních modelů růstu. Volný mezinárodní obchod také může působit na rychlejší růst. Nízká úroveň lidského

kapitálu je zase typická pro nedostatečně rozvinuté ekonomiky, které jsou uzavřené (Romer, 1990).

Modely výzkumu a vývoje (R&D modely)

V dalším modelu nové teorie růstu je explicitně zahrnut výzkum a vývoj a nedokonalé konkurence do modelu. R&D modely berou v potaz mikroekonomická rozhodnutí ohledně výzkumu a vývoje a snaží se popsat proces inovování. Stejně tak se zabývají otázkami firemních investic do výzkumu a vývoje, inovacemi v okolí firmy, podmínkami pro nejproduktivnější inovování a otázkou míry ochrany intelektuálního vlastnictví. V těchto modelech endogenního růstu je technologický pokrok výsledkem záměrného výzkumu a vývoje a tato aktivita je odvozena z monopolního postavení. Podle tvůrců teorie nemohou být inovace dány exogenně, ale musí být výsledkem endogenně determinovaného výzkumu a vývoje (Varadzin a kol., 2004). Hnacímotorem růstu je rovněž akumulace znalostí, které se však nepovažují za formu kapitálu. Produkční funkce je vyjádřena ve tvaru:

$$Y = A \cdot (R\&D) \cdot f(K, L), \quad (2.12)$$

kde $R\&D$ je hlavním faktorem závislejícím na růstu, čímž je technologický pokrok A endogenizován. Výzkumné a vývojové činnosti jsou rizikové a nákladné aktivity reagující na cenu a zisk. Při růstu ceny daného vstupu (surovina, práce) se prostřednictvím $R\&D$ změní produkční funkce ve snaze ušetřit na těchto vstupech. Půjde o vývoj technologií v reakci na změny relativních cen, které podporují ekonomický růst (Cihelková a kol., 2008).

Podle Cihelkové a kol. (2008) ovšem i ohledně nové teorie růstu existují pochybnosti, zda poskytuje návod, jak urychlit hospodářský růst. Základní inovace této teorie je překonání omezení vyplývajících z klesajících výnosů. Klíč k růstu produktivity musí spočívat v zajištění prvotní produkce, k čemuž je nutno zajistit tvůrcům myšlenek určitou míru monopolního postavení, jinak by se jim tvůrčí aktivita nevyplatila. Na úrovni hospodářské politiky se z této teorie odvíjí doporučení podporovat vzdělávání lidí, vytvářet programy na dotování výzkumu, vyhledávat a dovážet myšlenky ze zahraničí a hledat optimální systémy ochrany vlastnických práv. Před vznikem této teorie byl chápán technologický pokrok jako výsledek objevů, které byly projevem nepříliš ovlivnitelného pokroku v jednotlivých vědních disciplínách. Ve skutečnosti je rychlost technologického pokroku výrazně ovlivněna tržními podněty pro inovační aktivitu. Rychlejší hospodářský růst není možné zajišťovat prostřednictvím velkých vynálezů, ale je žádoucí podporovat proinovační instituce a podněty pro jejich aktivitu. Ovšem řada velkých vynálezů z minulosti však přinesla širší využití a tím

vliv na hospodářství, ale s velkým zpožděním a tyto vynálezy byly následovány obvykle velkým množstvím malých inovací. Příkladem může být telefon, rádio, laser, tranzistor, radar atd.

2.3.3 Schumpeterova inovační teorie

Schumpeterův přístup k ekonomickému růstu představuje modelování technologického pokroku na základě zvýšení počtu výrobků, zlepšení kvality a produktivity. Zavedení nového výrobku představuje inovaci, která má destruktivní charakter, protože narušuje předchozí rovnováhu a stabilitu na trzích. To znamená, že jsou přemísťovány zdroje, nezaměstnanost kolísá, likvidují se podniky i celá odvětví a ekonomika se poté dostává do nové rovnováhy. Ten kdo inovoval produkt a zavedl jej na trh je tzv. podnikatelem inovátorem, který objevil mezeru na trhu. V schumpeterově pojetí jsou inovace endogenní silou, kterou zapříčiní kapitalistický systém. Monopolní postavení na trhu má významnou funkci a je předpokladem toho, aby inovace probíhaly. Ty přinášení vysoké zisky a inovátoři musí být schopni alespoň dočasně zabránit konkurentům v napodobení jejich inovací, k čemuž slouží různé způsoby utajení. Inovátoři tak zajišťují dočasný monopol, který umožňuje dosahovat zisků z inovací, bez toho by inovace ustaly. Inovace vyvolávají investiční optimismus a inovátoři jsou napodobováni imitátory, kteří do nich investují v očekávání velkých zisků. Časem po vyčerpání investiční vlny investice imitátorů neponesou očekávané zisky, investice se utlumují a tím hospodářská expanze přechází v depresi. Takový cyklický vývoj ekonomiky vykáže vyšší úroveň produktivity (Holman, 2002). Důležitým aspektem tohoto modelu je, že každý nový výrobek, technika nebo metoda je lepší a má tendenci vytlačit ty staré. S tímto se i pojí pojem tzv. kreativní destrukce, která vytváří efekt, který vede firmy k provedení dalšího výzkumu a vyššího než je společensky optimální (Barro, Sala-I-Martin, 2004).

2.4 Problematika výzkumu a vývoje v Evropské unii

Evropská unie podporuje výzkum, vývoj a stejně tak inovace a považuje je za prioritní oblast. Členské státy EU se řadí mezi vyspělé i tranzitivní ekonomiky, jejichž konkurenceschopnost je založena převážně na efektivnosti, než na levných výrobních faktorech, tak jako u rozvojových zemí. Udržitelnost hospodářského růstu EU je důležité zachovat pomocí vysoké kvality produkce a efektivních výrobních procesů, čímž roste produktivita. Členské státy musí být neustále schopné inovovat nejen své produkty, ale i procesy. Konkurenceschopnost zemí je výrazně spjata právě s inovační schopností těchto

zemí. Problematika výzkumu a vývoje je zahrnuta v řadě dokumentů EU. Podle Lisabonské strategie se měla EU stát do roku 2010 nejkonkurenceschopnější ekonomikou založenou na znalostech, schopnou trvale udržitelného pokroku s více a lepšími pracovními příležitostmi a větší sociální soudržností. Většina cílů nebyla naplněna a za hlavní nedostatek této strategie lze považovat to, že se EU nepodařilo snížit rozdíly v růstu produktivity ve srovnání s průmyslově nejvyspělejšími (Nováková, 2011). I když byla Lisabonská strategie neúspěšná, připravila Evropská komise v návaznosti dokument s názvem Evropa 2020. Stejně tak ekonomická krize znehodnotila léta hospodářského a sociálního pokroku a odhalila strukturální nedostatky v evropském hospodářství. Jádrem strategie Evropa 2020 by měly být tři priority: inteligentní růst, který má zajistit vývoj ekonomiky založené na znalostech a inovacích, udržitelný růst, který má podporovat konkurenceschopnější a ekologičtější ekonomiku méně náročnou na zdroje, a růst podporující začlenění, což má podpořit ekonomiku s vysokou zaměstnaností, jež se bude vyznačovat hospodářskou sociální a územní soudržností. Z pohledu zde rozebíraného tématu výzkumu a vývoje je zřejmá významnost inteligentního růstu, což znamená posilování znalostí a inovací jako stimulů budoucího růstu. To si vyžádá zlepšení kvality vzdělávání, posílení výzkumného úsilí, podporu předávání znalostí po celém území EU, plné využívání informačních a komunikačních technologií a zajištění vytváření nových výrobků a služeb z inovativních nápadů. To vše by vedlo k růstu pracovních míst a přispělo by to k řešení evropských i celosvětových společenských problémů. Na základě toho byly vytvořeny cíle, měřitelné, schopné odrážet rozmanitost situace členských států a založené na dostatečně spolehlivých údajích, které mohou napomoci k úspěšnému splnění strategie do roku 2020. Jedním z cílů je například investovat do výzkumu a vývoje alespoň ve výši 3 % HDP. V rámci tohoto se zaměřit na potřeby investic do výzkumu a vývoje ve veřejném a soukromém sektoru a cíl je zaměřen na vstupy než na důsledky.

Všechny cíle jsou ve vzájemném vztahu. Investice do výzkumu, vývoje a inovací, do vzdělávání a technologií méně náročných na zdroje by měly být přínosem pro tradiční odvětví, venkovské oblasti i pro kvalifikovaná odvětví založené na službách. Součástí bylo také sedm stěžejních iniciativ, z nichž jedna má název Inovace v Unii. Cílem je přeorientovat politiku výzkumu, vývoje a inovací na současné problémy společnosti, jako je změna klimatu, nakládání se zdroji a energií, zdraví a demografické změny apod. Na úrovni EU má Komise pracovat na těchto záměrech: dokončit Evropský výzkumný prostor, zlepšit rámcové podmínky pro inovace v podnicích, zlepšit přístup malých a středních podniků k ochraně duševního vlastnictví, zahájit program evropských inovačních partnerství mezi úrovní EU a

členských států k urychlení vývoje a používání technologií nezbytných ke splnění vytyčených úkolů, posílit a rozvíjet úlohu EU na podporu inovací, posílit vazby mezi vzděláním, podniky, výzkumem a inovacemi, zajistit dostatečný počet absolventů vědeckých, matematických oborů a klást důraz na investice do znalostí (Evropská komise, 2010).

Na zasedání Evropské rady v Lisabonu v roce 2000 bylo rovněž schváleno vytvoření Evropského výzkumného prostoru, kde se však objevila řada problémů. Značnou komplikací bylo zejména roztržičnost základny veřejného výzkumu, která bránila růstu inovačního potenciálu EU a snížila atraktivitu pro rozvoj podnikového sektoru. Stejně tak byl problém obtížná mezinárodní spolupráce ve výzkumu a nedostatečná koordinovanost financování výzkumu. Evropská komise proto představila Zelenou knihu, která stanovuje vizi a navrhuje aktivity, které by měly být uskutečněny v zemích EU. Klíčovou výzvou bylo vytvoření jednotného vnitřního trhu práce pro výzkumné pracovníky, který má umožnit účinnou mobilitu výzkumných pracovníků mezi zeměmi EU. Také se vyžadovalo vybudování výzkumných infrastruktur světové úrovně, dále posílení úlohy výzkumných institucí, účinné sdílení znalostí, optimalizace výzkumných programů a priorit a spolupráci v oblasti vědy a technologií na mezinárodní úrovni. Důležitým nástrojem výzkumné politiky EU byl 7. rámcový program výzkumu a technologického rozvoje, který představoval základní nástroj pro financování projektů evropského výzkumu v letech 2007 až 2013 (Klusáček, Kučera, Pazour, 2008). Další 8. rámcový program byl nazván Horizont 2020 – rámcový program pro výzkum a inovace, který má být největším a nejvýznamnějším programem financujícím vědu, výzkum a inovace na evropské úrovni v letech 2014 až 2020. Od předchozích se liší důrazem na podporu inovací, jako například zavedení nových úvěrových nástrojů a podpora inovací u malých a středních podniků. Program Horizont 2020 zahrnuje také Rámcový program pro konkurenceschopnost a inovace a Evropský inovační a technologický institut. Program Horizont 2020 má být realizován ve třech hlavních prioritách:

- vynikající věda – podpora vynikajících projektů zahraničního výzkumu, vývoj nových technologií, mobilita výzkumných pracovníků a špičkové infrastruktury,
- vedoucí postavení průmyslu – zlepšení konkurenceschopnosti evropského průmyslu, podpora financování výzkumu v průmyslu a v malých a středních podnicích,
- společenské výzvy – podpora výzkumu směřujícího k řešení zásadních otázek a problémů v evropské společnosti (Národní informační centrum AV ČR, 2013).

3 Problematika investic do výzkumu a vývoje v empirických studiích

V této kapitole bude věnována pozornost empirickým pracím a studiím zaměřeným na problematiku investic do výzkumu a vývoje a jejich dopady na ekonomický růst. Autoři ve zde uvedených studiích používají nejrůznější metody k objasnění vlivu celkových, veřejných nebo soukromých investic do výzkumu a vývoje na ekonomický růst, přičemž hojně jsou využívány kvantitativní ekonometrické metody, vlastní výpočty nebo i například rešerše široké škály literatury zabývající se problematikou výzkumu a vývoje.

Pro návaznost na uvedené teorie ekonomického růstu je namístě zmínit práci Grossmana a Helpmana (1994), kteří se zabývali endogenními faktory v teoriích růstu. Podle jejich názoru teorie růstu, které opomíjí technologický pokrok, nejsou ve skutečnosti využitelné a vypovídající. Stejně tak jako technologie i akumulace kapitálu má v modelech své místo a hraje samostatnou roli během určitých fází růstu. Dle jejich názoru jsou nové technologie podporovány a poháněny vědou, která může pokračovat v rozvoji, který je do značné míry nezávislý na momentální hospodářské situaci. Komerční využití vědeckých poznatků vždy vyžaduje značné investice do nejrůznějších zdrojů. Týká se to mimo jiné nejvíce odvětví průmyslu a inovací jako je například obráběcí strojírenství, letectví, obory syntetických chemikálií, hutnictví apod. Podle autorů je velká část vědeckého výzkumu prováděného v zemích OECD je financována soukromými zdroji, což vyžaduje nastavení institucionálního a ekonomického prostředí tak, aby výnosnost těchto investic měla vliv na rychlost a směr technologických změn.

Autoři dále provedli korelační analýzu zprůměrovaných hodnot proměnných: poměr celkových investic na HDP a celkový růst produktivity výrobních faktorů v zemi pro vzorek 22 zemí OECD v období od roku 1970 do roku 1988. Tento vztah mezi proměnnými vyšel silný a pozitivní, z čehož plyne, že celková produktivita faktorů je vysoká v zemích s vysokou mírou investic. Poté se snažili nastínit, jak lze začlenit průmyslové inovace do teorií růstu. Důležitým aspektem je akumulace fyzického kapitálu, lidský kapitál, který je hlavní složkou prováděného výzkumu a vývoje, dále nedokonalá konkurence a rostoucí výnosy z investic do výzkumu. Důležitou složkou se stává i mezinárodní integrace, protože čím více je země integrována, tím více jsou dostupné nejrůznější technologické znalosti. Autoři potvrzují domněnku, že podporovat rychlý a udržitelný hospodářský růst, ohrožený vyčerpáním neobnovitelných přírodních zdrojů, je vhodné prostřednictvím zlepšení technologií, čímž se dají překonat i tzv. limity růstu. Najde-li se způsob, jak získat více nebo lepší výstupy při

zachování stejných vstupů za pomoci využívání technologií, dopomůže to růstu životní úrovně i ve velmi dlouhodobém horizontu.

Vztah mezi investicemi do výzkumu a vývoje a růstem produktivity také zkoumají Guellec a Pottelsberghe de la Potterie (2001), kteří si všímají hospodářského růstu některých zemí OECD způsobeným technologickými změnami financovanými z domácích, zahraničních a veřejných zdrojů. Ovšem shledávají problém v interpretaci výzkumu a vývoje prováděného podnikatelským sektorem, protože ten může být financovaný podniky, tedy z vlastních zdrojů, ale i prostředky získanými soukromými podniky z vládních zdrojů pro tento účel, například různými dotacemi. Tato skutečnost by mohla vykazat rozdílný vliv výzkumu ze strany podnikatelského sektoru na celkovou produktivitu v závislosti na zdroji financování výzkumu. Podobně také Sylwester (2001) zkoumal vztah mezi veřejnými i soukromými výdaji na výzkum a vývoj a mírou produkce na jednoho obyvatele ve dvaceti zemích OECD. Ztotožňuje se s názorem, že růst výzkumných a vývojových činností v zemi povede k novým technologickým objevům, čímž dojde k hospodářskému růstu a prosperitě. Coccia (2009) ve své práci rovněž zkoumá vztah mezi růstem produktivity a investicemi do výzkumu a vývoje. Předpokládá, že investice do výzkumu a vývoje jsou důležitým faktorem pro zvýšení produktivity výrobních faktorů, což povede k hospodářskému růstu, ale zabývá se i otázkou optimálního množství investic do výzkumu maximalizující produktivitu. K maximalizaci produktivity dojde prostřednictvím klesajících nákladů na výrobní faktor v důsledku inovací.

Goel a Ram (1994) uvádí, že technologické změny jsou pravděpodobně jedním z nejdůležitějších faktorů hospodářského růstu a snaží se proto posoudit vliv výdajů na výzkum a vývoj na ekonomický růst. Zároveň autoři, stejně jako Sylwester (2001), poukazují na zpoždění, které může vznikat mezi investicemi do výzkumu a vývoje a jejich působením na samotný produkt v ekonomice. Může existovat například prodleva mezi výdaji na výzkum a dokončením určitého projektu, dále zpoždění mezi dokončením projektu a zahájením procesu zvyšování produktivity a nakonec mezi produktivitou a realizovaným výstupem v ekonomice. Tato doba je však jen těžko odhadnutelná. Vliv účinku výzkumných a vývojových činností na produkt může mít také otevřenost ekonomiky, kdy otevřená ekonomika bude hojně využívat technické inovace kvůli tlaku mezinárodní konkurence nebo schopnosti využívat úspory z rozsahu. Dalším aspektem oblasti zájmu jsou inovace. Ulku (2004) ve své práci zkoumá inovace umožňující udržitelný hospodářský růst. Byly položeny hlavní otázky, zda investice do výzkumu a vývoje zvyšují inovace a zda inovace vedou k trvalému zvýšení HDP na obyvatele. Dále Aghion, Howitt, Prantl (2015) ve svém článku

poskytují empirické důkazy o tom, že silné zajištění patentových práv podporuje inovace a následně reformy na trzích se zbožím a výrobky. V jejich empirické analýze také zkoumali vliv inovací na reformy na trzích výrobků ve dvou skupinách průmyslových zemí. Podobně také O'Donoughe a Zweimüller (2004) uvádí potřebu existence patentové ochrany v teoriích endogenního růstu. Role patentů v teoriích růstu byla podle nich dosud ignorována, v literatuře se pouze řešil vliv patentové politiky na výzkumné a vývojové činnosti v průmyslových odvětvích, což se podle autorů jevílo jako nedostatečné. Je třeba také brát v úvahu čtyři základní aspekty patentové politiky. První je, že životnost patentu je doba, po kterou je patent platný, dále patent musí zaručovat jistou míru inovativnosti, omezit produkci vylepšeného výrobku firmami bez licence a chránit proti imitaci a napodobování produktu. Autoři uvádí, že v rámci teorie endogenního růstu počítají s nekonečnou životností nebo platností patentů, čímž se předchází imitacím. Endogenní teorie růstu se zahrnutím patentové politiky použili jako měřítko toho, jak patentová ochrana proti ostatním inovátorům stimuluje investice do výzkumu a vývoje. V endogenních modelech růstu jsou zisky firem, které mimo jiné vykazují výzkumné a vývojové činnosti, ohrožovány dalšími firmami, které přichází s novými vynálezy. Patentová politika tak poskytuje jistou formu ochrany a může být užitečná i pro ovlivňování tvůrčí činnosti firem, ovlivňování vlastností nových produktů nebo být impulzem pro snižování firemních nákladů. S dalším přístupem k patentům přichází Zeira (2011), který pracuje s modelem inovací a ekonomického růstu, ve kterém jsou patenty vyjádřeny endogenně. Toto však podle autora musí splňovat dvě podmínky. První je, aby se potencionální inovace lišily v nákladech na jejich realizaci, a druhá podmínka udává, že nalezení dané inovace vyžaduje určitý čas. Tyto dva předpoklady jsou základem pro tvrzení, že konkurence vede k soutěži mezi ekonomickými subjekty v přihlášení patentu a následnému kopírování inovovaných produktů. Autor tvrdí, že kopírování významně snižuje vliv inovací na ekonomický růst, protože v důsledku kopírování a napodobování se zvyšuje sektor výzkumu a vývoje na úkor odvětví výroby, čímž se snižují podněty k inovacím. Zvětšování sektoru výzkumu a vývoje může zapříčinit rovněž sdílení rizik a spolupráce inovujících firem. Tato spolupráce vytváří jakýsi druh pojištění, takže výzkumné týmy jsou ochotny přijímat vyšší riziko, čímž může dojít k růstu sektoru výzkumu a vývoje a dále k poklesu počtu výrobních odvětví.

Jak již bylo zmíněno, dalším kanálem pro zachycení významu výzkumných a vývojových činností jsou inovace. Například Cameron (1999) ve svém dokumentu zkoumá empirické důkazy o propojení inovací a ekonomického růstu. Domnívá se, že řada různých

inovačních opatření, jako například investice do výzkumu a vývoje, patentování apod. pronikají do technologického přelévání. Poukazuje také na to, že ukazatel celkových výdajů na výzkum a vývoj (GERD) je nejjednodušší na sestavení a nejspolehlivější indikátor míry technologických změn. Také Aghion a Howitt (1998) doporučují používat poměr výdajů na výzkum a vývoj na HDP jako vysvětlující proměnnou v analýze vztahu mezi výzkumem a vývojem a ekonomickým růstem. Jako metoda výzkumu ve studii Camerona (1999) byla použita rešerše bezmála 170 empirických i teoretických prací a studií. Tato rešerše zahrnuje spektrum prací začínající problematikou produkční funkce, které se věnovali Cobb a Douglas v roce 1928. Část vědeckých prací se zaměřuje i na vliv vládně financovaného výzkumu a vývoje na produktivitu a také se věnuje problematice efektu vytěsnění soukromých výdajů vládními. Ovšem údajně toto vytěsnění závisí na tom, zda státní prostředky plynou do aplikovaného nebo základního výzkumu. Byly nalezeny důkazy o existenci efektu přelévání mezi akademickým výzkumem, některými druhy vládně financovaného výzkumu a vývoje a soukromým sektorem, i když tento druh přelévání probíhá v menším měřítku, než mezi samotnými soukromými firmami. Malé firmy mohou mít větší prospěch z tohoto efektu, především firmy zabývající se high-tech a začínající start-up firmy.

Někteří kritici si myslí, že vládní investice do výzkumu jsou směřovány nesprávným směrem, zejména do sociálních oblastí apod. Oproti tomu Cameron (1999) zmiňuje práci Adamse (1990), který tvrdí, že akademický vědecký výzkum financovaný z vládních prostředků je hlavním přispěvatelem k růstu produktivity, ale se zpožděním několika let. Stejně tak i další autoři zjistili pozitivní dopad vládně financovaného výzkumu zejména na produktivitu práce ve zpracovatelském průmyslu a vysokou návratnost těchto investic. Z provedené rešerše bylo vyvozeno několik podstatných závěrů. Zaprvé inovace významně přispívají k hospodářskému růstu, zadruhé existuje významný efekt přelévání mezi firmami, odvětvími případně mezi zeměmi. Zatřetí bylo usouzeno, že přijetí zahraniční technologie může vyžadovat značné investice do inovací. To naznačuje, že se může jednat o prověřený efekt technologického dohánění, aby se vyrovnala produktivita v jednotlivých zemích, avšak tento proces bude pravděpodobně pomalý a nejistý a vyžaduje značné domácí inovativní úsilí.

Stejný názor na věc mají i Alfonso, Monteiro a Thompson (2014). Ti se domnívají, že inovace představují hlavní motor hospodářského růstu v zemích jako je například Rakousko, Finsko, Švédsko, Velká Británie nebo USA a tento počet zemí se neustále zvyšuje. Zdůrazňují také, že role vlády je v hospodářství založeném na inovacích velice důležitá, stejně jako produktivní vládní výdaje, které mohou stimulovat růst produktu v ekonomice.

V průmyslových a rozvíjejících se zemích se očekává podpora a různá opatření ze strany státu k udržitelnému hospodářskému růstu. Hlavním zjištěním autorů v této studii bylo to, že zvýšení produktivních veřejných výdajů, do kterých jsou zahrnuty výdaje na vzdělávání, zdravotnictví, infrastrukturu a výzkum a vývoj, mají pozitivní vliv na tempo hospodářského růstu v krátkém i dlouhém období. Bassanini a Scarpetta (2001) se ztotožňují s názorem, že mezi hlavní determinanty ekonomického růstu patří kromě akumulace fyzického kapitálu a lidského kapitálu také technologický pokrok v podobě výzkumných a vývojových činností. Tyto činnosti jsou výsledkem investic do výzkumu a vývoje, které mohou být ovlivněny i vládou a jejími zásahy. Vládní intervence tak mohou v určitých případech doplňovat soukromý sektor, který by se do výzkumu a vývoje zapojil méně, než by bylo společensky optimální. Vládní zapojení do výzkumu a vývoje probíhá veskrze přímým poskytováním finančních prostředků nebo prostřednictvím nepřímých opatření, jako jsou daňové pobídky, ochrana duševního vlastnictví a dostatečná úprava legislativy v oblasti prováděného výzkumu v soukromém sektoru. Podíl produktivních vládních výdajů se přitom pohybuje okolo 20 % z celkových vládních výdajů.

Autoři Guloglu a Tekin (2012) ve své studii rovněž zkoumají možné příčiny vztahu mezi investicemi do výzkumu a vývoje, inovacemi a hospodářským růstem ve třinácti vyspělých zemích OECD, mezi něž patří Austrálie, Kanada, Finsko, Francie, Německo, Itálie, Japonsko, Jižní Korea, Nizozemsko, Portugalsko, Španělsko, Velká Británie a Spojené Státy, za období mezi lety 1991 až 2007. Tyto země byly vybrány proto, že převážná část investic do výzkumu a vývoje a patentové činnosti na světě je soustředěna v těchto zemích. Sledováním kauzálních vztahů se ve své studii zabýval také Cetin (2013), který uvádí hypotézu o existující pozitivní vazbě mezi inovacemi a ekonomickým růstem. Výzkum a vývoj podle něj hraje hlavní roli v oblasti inovací, zvyšování produktivity a následně hospodářského růstu. Akcali a Sismanoglu (2015) ve své empirické práci zkoumají efekt výdajů na výzkum a vývoj na ekonomický růst v rozvinutých zemích. Podle nich je cílem inovací zvýšení bohatství v ekonomice, a proto jsou nejdůležitějším faktorem pro země, které chtějí udržovat růst zaměstnanosti, udržitelný hospodářský růst, sociální blahobyt a kvalitu života. Mezinárodní konkurence a požadavek na udržitelný růst zvýšily význam investic do výzkumu a vývoje. Hlavním cílem studie bylo prověřit vliv těchto investic do výzkumu a vývoje na ekonomický růst v rozvinutých zemích světa. V návaznosti na to lze uvést článek Aghiona (2006), který tvrdí, že pokud se chce EU vrátit na cestu vysokého ekonomického růstu, potřebuje komplexní strategii, zahrnující větší konkurenci na výrobních trzích, větší

investice do vysokoškolského vzdělání, rozvinutější finanční sektory a flexibilní pracovní trhy a také více proaktivní makroekonomické politiky. Evropa také podle něj nemá dost investic do výzkumu a vývoje a do znalostní ekonomiky, tím nebyla schopna přijmout a plně využít nejnovější informační a telekomunikační technologie. Například země EU 15 investovaly do výzkumu po několik desetiletí v průměru 1,9 % HDP oproti USA, kde se tato hodnota dostala na 2,6 % HDP. Dále poukázal na obecný vztah mezi hospodářskou soutěží a inovacemi. Firmy mají malou motivaci inovovat, nejsou-li stimulovány konkurencí, ale příliš velká konkurence zase odrazuje od inovací a firmy nejsou schopny využívat přínosy z tohoto úsilí, takže by měl existovat jakýsi optimální stupeň soutěže. Dále jsou firemní investice do výzkumu ohrožovány recesí, kdy jsou příjmy firmy sníženy a ta tak musí půjčovat peněžní prostředky na zachování stávajících investic do výzkumu a vývoje. Vládní politika by tak měla podporovat inovace a růst tím, že sníží negativní dopady recese, například v podobě rozhodnutí o zvýšení objemu veřejných investic, čímž podpoří poptávku, nebo vláda může snížit daně podnikům, čímž by se snížila možnost redukce firemních prostředků na výzkum a vývoj. Celkově Aghion tvrdí, že inovace jsou hlavním motorem růstu pro země s již relativně vysokou hodnotou HDP na obyvatele. Stejně tak zvyšující se státní výdaje a dotace na výzkum a vývoj a chráněná práva duševního vlastnictví podporují hospodářský růst. Růst založený na inovacích vyžaduje komplementární politiky a nezbytnou soudržnost mezi výzkumem a vývojem a strukturálními reformami, podporou konkurence, vyšším vzděláváním, pružností na trhu práce a rozvojem finančních trhů.

Jiný pohled na problematiku přinesl Inekwe (2014), který zkoumal vliv výdajů na výzkum a vývoj na ekonomický růst v 66 rozvojových ekonomikách v období mezi lety 2000 až 2009. Autor předpokládá, že i v rozvojových zemích výzkum a vývoj významně přispívá k ekonomickému růstu a kopírování technologií, typické pro tyto země, může být i přínosné v závislosti na technologické mezeře mezi zeměmi. Tyto země jsou pak rozděleny na rozvojové země s vyššími a nižšími příjmy.

Autoři v těchto empirických pracích využili pro dosažení cílů jejich výzkumu veskrze kvantitativní ekonometrické a statistické metody. Například Guellec a Pottelsberghe de la Potterie (2001) pro objasnění vlivu investic do výzkumu a vývoje na produktivitu použili panelovou regresní analýzu. Vzorek pro analýzu obsahoval 16 zemí OECD za období 1980 až 1998. Model byl sestaven následovně: vysvětlovanou proměnnou byl index celkové produktivity výrobních faktorů v průmyslu v poměru k hrubému domácímu produktu. Tento ukazatel sestavuje OECD a jedná se o poměr domácího produktu vytvořeného v sektoru

průmyslu na váženém součtu množství práce a fixního kapitálu. Vysvětlující proměnné v modelu byly zvoleny: výzkum a vývoj financovaný domácími firmami, výzkum a vývoj financovaný ze zahraničí a výzkum a vývoj financovaný z veřejných zdrojů. Dále k zachycení vlivu hospodářského cyklu byla zahrnuta proměnná míra nezaměstnanosti a nakonec umělá proměnná rovnající se jedné pro Německo v roce 1991 a pro ostatní rovna nule k zakomponování exogenních šoků. Celý vytvořený model byl přizpůsoben do podoby modelu korekcí chyb, který umožňuje oddělit krátkodobé a dlouhodobé vztahy mezi časovými řadami, a následně převeden do logaritmické podoby. Korelační analýza zprůměrovaných hodnot za sledované období vykazovala silnou korelaci mezi vysvětlovanou proměnnou a proměnnými výzkum a vývoj financovaný domácími firmami a ze zahraničí (0,67 a 0,9), kromě veřejných investic, kde byl vztah slabší (0,38). Autoři vypracovali celkem pět regresí a u každé z nich se koeficient determinance pohyboval okolo hodnoty 0,5 a odhadované koeficienty byly statisticky významné. V práci Sylwestera (2001) byla provedena regresní analýza vztahu výdaje na výzkum a vývoj a ekonomický růst či růst produktivity ve 20 zemích OECD, protože tyto země jsou podobné v úrovni jejich rozvoje (USA, Japonsko, Německo, Francie, Velká Británie, Itálie, Kanada, Belgie, Nizozemsko, Švédsko, Dánsko, Austrálie, Norsko, Švýcarsko, Rakousko, Island, Finsko, Irsko, Španělsko a Portugalsko). Data autor převzal z OECD Main Science and Technology Indicators a databáze Světové banky a sestavil následující ukazatele: HDP na obyvatele, průmyslově financovaný a vládně financovaný výzkum a vývoj, dále celkové výdaje na výzkum a vývoj, s výjimkou těchto výdajů na obranu a armádu, vše jako procento HDP a průměrná úroveň vzdělání dospělé populace jako zástupce lidského kapitálu. Do modelu autor zvolil vysvětlovanou proměnnou průměrnou míru růstu produkce na osobu za léta 1989 až 1996. Mezi vysvětlující proměnné byl zahrnut zlogaritmovaný HDP na obyvatele za rok 1988, lidský kapitál za rok 1985 a jednotlivé položky výzkumu a vývoje za léta 1981 až 1988. Sylwester použil pro vysvětlující proměnné data za období před rokem 1989, aby se snížila pravděpodobnost reverzní kauzality, tedy od ekonomického růstu na investice do výzkumu, a pro schopnost rozlišit časové zpoždění těchto výdajů, které obsahuje čas na daný projekt, dokončení a následné inovace použité ve výrobním procesu a v neposlední řadě čas na zlepšení produktivity výrobních faktorů. Autor rovněž zmiňuje slabinu v tom, že ve studii se nebere v úvahu potenciaální efekt přelévání mezi zeměmi, což vylučuje možnost působení výdajů na výzkum a vývoj v jedné zemi shodně na ekonomický růst v několika zemích. Coccia (2009) ve své práci použil data z databáze Eurostat pro země EU, Turecko, Island, Norsko, Švýcarsko, Japonsko a USA. Dále v práci zvolil následující proměnné: GERD jako procento

HDP za léta 1994 – 2004, proměnou produktivita vyjádřená jako produktivita práce na odpracovanou hodinu ve standardu kupní síly za léta 1993 - 2004, míra zaměstnanosti za léta 1994 – 2005 a HDP na obyvatele pro období 1996 až 2006. V první fázi byl vytvořen model s vysvětlovanou proměnnou produktivita v dané zemi v určitém čase a vysvětlujícími proměnnými GERD zpožděnou o dvě období a GERD umocněný na druhou pro zachycení optimální hodnoty. Vzhledem k tomu, že kauzalita mezi investicemi a produktivitou se může vyskytovat v obou směrech a využití časového zpoždění mezi závislou a nezávislou proměnnou nemusí být dostatečné, autor přistoupil k vytvoření druhého modelu s využitím dvoustupňové metody nejmenších čtverců. Zde GERD reprezentující nestandardizovanou proměnnou vystupovala i jako vysvětlovaná proměnná rovnající se vysvětlujícím proměnným HDP na osobu a míře zaměstnanosti. Pro modelování byly využity programy SPSS a STATA. Sériová korelace prvního řádu byla odstraněna Prais-Winstenovou metodou. Za použití koeficientů výsledných rovnic, následného derivování proměnné GERD a řešení rovnic, byly vypočítány hodnoty pro optimální velikost GERD jako procento HDP zajišťující maximální růst produktivity nezbytné pro hospodářský růst ve vybraných zemích. Rozmezí hodnot GERD by se tedy pro maximalizaci produktivity mělo pohybovat mezi 2,3 až 2,5 %. Toto tvrzení dokazuje konkávní funkce GERD v závislosti na růstu produktivity, což je podle autora důsledek klesajících výnosů z těchto investic. V případě vyšší hodnoty GERD, než je optimální hodnota, díky konkávnosti funkce produktivita není maximalizována.

Data, která použili pro analýzu Goel a Ram (1994) vycházela z databáze National Science Foundation's (NSF) a Světové banky pro 52 zemí světa, z nichž je 18 zemí rozvinutých a 34 méně rozvinutých zemí, za období 1960 až 1985. Pro průřezovou regresní analýzu autoři využili model odvozený z agregátní produkční funkce, která vysvětluje agregátní reálný produkt rovnající se funkci práce, kapitálu a zásobě výzkumu a vývoje nebo znalostí. Dále rovnice byla upravena tak, aby se tempo růstu reálného produktu rovnalo tempu růstu práce, poměru investic do fixního kapitálu na produktu a poměru celkových investic do výzkumu a vývoje na produktu. Metodou nejmenších čtverců byly vytvořeny odhady pro celý vzorek zemí a pro vzorek méně rozvinutých zemí. Pro oba vzorky vyšel účinek investic do výzkumu a vývoje pozitivní a vysoký, ale statisticky nevýznamný. Navíc provedený Ramsey-RESET test potvrdil nesprávnou specifikaci modelu, takže nebylo možné učinit závěry o sledovaném vlivu. Z tohoto důvodu byl model převeden do podoby, kdy závislou proměnnou představoval hrubý domácí produkt na obyvatele a nezávisle proměnné stejné jako v předešlém modelu plus přidaný přirozený logaritmus HDP na obyvatele v roce 1960 a

logaritmus ukazatele lidského kapitálu, což znamená procento středoškolsky vzdělané populace. Tuto metodu pro sestavení rovnice autoři použili od autorů Mankiw, Romer, Weil (1992). Regresní analýza poté vykazala u obou skupin sledovaných zemí vyšší koeficient determinance (0,6), než u předešlých výsledků i statistickou významnost všech proměnných.

Ulku (2004) pro účely studie využila rovněž panelovou regresní analýzu pro 20 zemí OECD a 10 nečlenských zemí OECD pro období 1981 až 1997. Empirický model se odvíjí od Romerova modelu růstu, který zahrnuje lidský kapitál a endogenně determinované inovace zajišťující potencionální hospodářský růst. Jako proměnné v modelu byly zvoleny HDP na obyvatele, dále celkové investice, patentové přihlášky, celkové hrubé výdaje na výzkum a vývoj (GERD), počet přihlášených na střední školu, otevřenost ekonomiky, index rizika vyvlastnění, podíl obchodu se Spojenými státy na HDP a podíl importu na celkovém obchodu ve zpracovatelském průmyslu. Produkční funkce pro regresní model byla vytvořena za použití fixních efektů a Arellano-Bond GMM estimátoru, což je metoda pro odhad dynamických panelových dat. Problém autokorelace prvního řádu byl vyřešen pomocí metody Prais-Winsten. Autorka v práci použila dva modely, první pro ověření hypotézy o pozitivním vlivu celkových investic do výzkumu a vývoje na inovace (počty patentových přihlášek) a druhý model pro analýzu vlivu inovací na HDP na obyvatele. Výsledky prvního modelu ukazují, že zvýšení GERD na obyvatele o jedno procento zvýší inovace (počty patentových přihlášek) o 0,4 % v zemích G7 a o 0,5 % v nízkopříjmových zemích OECD. Podle Ulku to může být způsobeno podporou vnitrostátního technologického pokroku prostřednictvím přejímání například know-how z vyspělejších zemí. Druhý model se zabýval vlivem inovací na ekonomický růst. Aghion, Howitt, Prantl (2015) zase pracují s hlavním vzorkem třinácti odvětvími zpracovatelského průmyslu v 17 evropských zemích v letech 1987 až 2003, přičemž první skupina zemí je charakteristická silným zajištěním patentových práv a skládá se tak ze zakladatelských zemí Evropského patentového úřadu (Belgie, Dánsko, Francie, Německo, Itálie, Nizozemsko, Velká Británie a Švédsko). Druhá skupina zemí je typická pozdějším připojením k EU a slabším zajištěním patentových práv (Řecko, Irsko, Portugalsko, Španělsko, Česká republika, Maďarsko, Polsko a Slovensko). Reformy na trzích s výrobky jsou součástí reforem vnitřního trhu EU z roku 1992 pojmenovaných jako Program jednotného trhu a tato reforma byla realizována v době, kdy se výrazně lišila patentová ochrana v Evropské Unii. Autoři vychází ze Schumpeterova růstového modelu, který vysvětluje, proč může patentová ochrana a konkurence přispívat k růstu inovací. Hlavním měřítkem inovací v jejich práci je intenzita výzkumu a vývoje definovaná jako nominální

podnikatelské výdaje na výzkum a vývoj, dále pro zachycení počátečního inovačního potenciálu průmyslu v jednotlivých zemích byly použity počty patentů vydaných Úřadem průmyslového vlastnictví ve Spojených státech (US Patent and Trademark Office). K zachycení síly patentové ochrany autoři využili údaje o reformách patentových práv.

Bassanini a Scarpetta (2001) pro panelovou regresní analýzu zvolili řadu proměnných, mezi něž patří celkové hrubé domácí výdaje na výzkum a vývoj (GERD), výdaje na výzkum a vývoj v podnikatelském soukromém sektoru (BERD) a rozdíl mezi celkovými a podnikatelskými, což znamená veřejné výdaje na výzkum a vývoj, to vše v procentech HDP a zlogaritmované podobě. Dále hrubá tvorba fixního kapitálu v procentech HDP, průměr délky školní docházky v populaci 25 až 64 let, tempo růstu populace a ukazatel intenzity exportu, to vše rovněž ve zlogaritmované podobě. Závisle proměnnou představoval růst reálného HDP na obyvatele v paritě kupní síly. Analýza se vztahovala na vzorek 16 vyspělých zemí OECD v období 1981 až 1998. Guloglu a Tekin (2012) pro testování kauzálních vztahů mezi proměnnými autoři použili panelovou vektorovou autoregresivní analýzu (VAR) zahrnující fixní efekty v modelu, a také všeobecnou metodu momentů (GMM). Jak autoři uvádí, jejich studie se snaží nalézt příčinnou souvislost mezi výdaji na výzkum a vývoj a inovacemi a hospodářským růstem. Proměnná výzkum a vývoj byla vyjádřena jako celkové hrubé domácí výdaje na výzkum a vývoj (GERD) a proměnnou inovace zastupoval ukazatel počtu patentů vydaných v průběhu roku, dostupný na patentových úřadech příslušné země. Ekonomickou úroveň země vyjadřoval ukazatel hrubého domácího produktu v poměru na obyvatele vyjádřený v paritě kupní síly. Jak již bylo zmíněno, autoři použili pro výzkum vzájemných vlivů proměnných metodu GMM spolu s Grangerovou metodou testování kauzality, která umožňuje nalézt zpoždění a kauzální vztah proměnných, k čemuž dopomohlo testování prostřednictvím modelu VAR. Wald test potvrdil statistickou významnost pro obě metody odhadu a Sarganův test potvrdil správnost použité metody.

Cetin (2013) se hypotézu o existující pozitivní vazbě mezi inovacemi a ekonomickým růstem snažil empiricky ověřit na základě vzorku devíti zemí Evropské unie pro časové období 1981 až 2008. Pro zjištění příčiny působení vlivu byla použita Grangerova kauzální metoda a také Toda-Yamamoto test pro zachycení kauzality. Autor pro zkoumání kauzality mezi výdaji na výzkum a vývoj a HDP zvolil panelovou regresní analýzu s dvěma modely, kdy první obsahuje vysvětlovanou proměnnou HDP a vysvětlující proměnnou celkové výdaje na výzkum a vývoj. Ve druhé rovnici je tato proměnná v pozici vysvětlované a HDP na místě vysvětlující. Hodnoty pro obě proměnné vychází ze základny roku 1990 rovnající se sto

procent a do modelu byly přidány rovněž první a druhé difference obou proměnných. Jedním z hlavních předpokladů analýzy kauzality je stacionarita časových řad proměnných. K ověření stacionarity sloužil ve studii rozšířený Dickey-Fuller (ADF) test a Phillips-Perron (PP) test.

Další autoři Akcali a Sismanoglu (2015) nejprve provedli komparaci hodnot celkových výdajů na výzkum a vývoj v poměru k HDP na osobu v 19 rozvinutých zemích světa za léta 1990 až 2013. Data v této studii byla použita z databáze Eurostat. V průměru nejvyšších hodnot dosahovaly země jako Japonsko, Finsko, USA nebo Německo. Dále byla provedena panelová regresní analýza v programu STATA se zahrnutím fixních a náhodných efektů. Vysvětlovanou proměnnou vyjadřoval hrubý domácí produkt na obyvatele a vysvětlující proměnnou celkové výdaje na výzkum a vývoj rovněž na obyvatele. Proměnné byly pro účely analýzy převedeny do logaritmické podoby a poté vytvořen Swanův random-coefficient model. Inekwe (2014) při analýze vycházel z Cobb-Douglasovy produkční funkce, přičemž jako závisle proměnná byl vybrán HDP na obyvatele. Hrubá tvorba fixního kapitálu jako procento HDP, procento pracující populace, celkové výdaje na výzkum a vývoj, procento zápisů na střední školy z celkových zápisů a přímé zahraniční investice jako procento HDP vyjadřovaly nezávislé proměnné. Panelová regresní analýza byla provedena pomocí zobecněné metody momentů (GMM) pro vzorek všech zemí, dále pro země s vyššími příjmy a nižšími příjmy, přičemž toto rozdělení vychází z klasifikace Světové banky. Regresní analýza se zahrnutím několika umělých časových proměnných potvrdila pozitivní dopad investic do výzkumu a vývoje na HDP na obyvatele. Odhady pro první model ukazují, že pro vzorek všech rozvíjejících se zemí platí, že jednoprocentní nárůst investic do výzkumu a vývoje zvýší hospodářský růst o 0,06 %. Stejná hodnota platí i pro vzorek zemí s vyššími příjmy. Druhý model obsahuje i endogenní lidský kapitál, ovšem koeficienty pro výzkum a vývoj nejsou statisticky významné. Ve třetím vytvořeném modelu jsou přidány přímé zahraniční investice, ale ten opět neposkytuje relevantní výsledky, dopad investic do výzkumu na ekonomický růst je zanedbatelný a statisticky nevýznamný. Pro určení vlivu v krátkém a dlouhém období se začalo pracovat s přístupem autoregresivního distribučního zpoždění (ARDL).

Zde uvedení autoři empirických studií došli k různorodým závěrům, které jsou následně popsány. Analýza, kterou provedli Guellec a Pottelsberghe de la Potterie (2001) ukázala důležitost výzkumu a vývoje z veřejných zdrojů, přičemž část účinku pozitivního vlivu na produktivitu je nepřímá. Z výsledků analýzy plyne, že zvýšení soukromého podnikového výzkumu o jedno procento zapříčiní nárůst produktivity o 0,13 %. Při zvýšení

investic do výzkumu a vývoje přicházejících ze zahraničí o jedno procento vzroste produktivita o 0,44 % a zvýší-li se o jedno procento výzkum financovaný z veřejných zdrojů, zvýší se produktivita o 0,17 %. Výzkum hrazený z veřejných zdrojů je podle autorů zaměřen i na vládní opatření v oblasti zdraví nebo životního prostředí apod., které nemají přímo vliv na produktivitu. Bylo zjištěno, že výzkum financovaný soukromými firmami vysoce podporuje efekt přelévání a zvyšuje schopnost podnikatelského sektoru absorbovat technologie přicházející ze zahraničí. Autoři závěrem poznamenávají, že vlády v zemích by měly poskytnout odpovídající financování zejména v odvětví vysokoškolského vzdělávání, které má významný dopad na hospodářský růst v dlouhodobém horizontu. Vlády by měly rovněž zajistit otevřenost země vůči technologiím přicházejících ze zahraničí prostřednictvím pohybu zboží, myšlenek a pracovní síly. Dle dosažených výsledků Sylwestera (2001) negativní a statisticky významný koeficient u HDP na osobu za rok 1988 je zcela v pořádku a dokazuje, že chudší země ve zkoumaném vzorku rostou rychleji než země s vyššími příjmy, což poukazuje na efekt konvergence. Ovšem koeficienty příslušných výdajů na výzkum a vývoj vyšly pozitivní ale statisticky nevýznamné. Proto autor provedl další regresní analýzu, ale pouze na vzorku zemí G7. Zde už vyšly všechny koeficienty jednotlivých výdajů na výzkum a vývoj s vyššími hodnotami a staticky významné, kromě výdajů vládních. Nebyla tak nalezena žádná souvislost mezi investicemi do výzkumu a vývoje a hospodářským růstem ve 20 zemích OECD, ale byl zjištěn pozitivní vztah mezi průmyslovými výdaji na výzkum a vývoj a hospodářským růstem v zemích G7. Možným vysvětlením tohoto rozdílu je to, že výzkum a vývoj může být důležitý pro růst pouze ve vyspělých zemích přibližujících se k technologické hranici, ovšem toto tvrzení dle autora musí být hlouběji prošetřeno.

Coccia (2009) zjistil, že hodnoty GERD 2,3 % maximalizující produktivitu dosahuje například Německo nebo USA, ovšem i Japonsko dosahuje maximální produktivity při 2,9% GERD. Autor závěrem podotýká, že s ohledem na empirické výsledky všeobecně optimální úroveň investic do výzkumu a vývoje zajišťující růst produktivity a následně dlouhodobý ekonomický růst jde ruku v ruce s dosažením konkurenční výhody země, finanční stabilitou a nízkým veřejným zadlužením. Goel a Ram (1994) potvrdili předpoklad, že technologické změny mohou mít zásadní význam pro ekonomický růst. Koeficient u celkových investic do výzkumu a vývoje v celém vzorku zemí měl hodnotu 0,477 a u méně rozvinutých zemí hodnotu 0,235. Lidský kapitál však má na ekonomický růst ještě vyšší vliv, protože koeficienty školní docházky u obou vzorků zemí se pohybovaly okolo hodnoty 0,8. Závěrem bylo potvrzeno, že investice do výzkumu a vývoje spolu s lidským kapitálem mají na

ekonomický růst střední respektive silný pozitivní vliv. K podobným výsledkům došla i Ulku (2004). Výsledky její analýzy ukázaly, že existuje silná pozitivní závislost mezi inovacemi a HDP na obyvatele v zemích OECD i v zemích mimo OECD, zatímco pouze země OECD s většími trhy, jako například země G7, Austrálie, Nizozemsko, Španělsko a Švýcarsko, jsou schopny zvýšit inovační potenciál prostřednictvím investic do výzkumu a vývoje. Celkově jednoprocenní zvýšení investic do výzkumu a vývoje zvýší HDP na obyvatele o 0,1 % v zemích OECD s nízkými příjmy a malým trhem, o 0,17 % v zemích mimo OECD s velkým trhem, o 0,2 % ve všech zemích OECD a o 0,25 % v zemích G7. Je možné, že v zemích mimo OECD jsou inovace zvyšovány prostřednictvím přelévání technologií z ostatních zemí OECD. Autorka také provedla dodatečnou analýzu vztahu mezi inovacemi a souhrnnou produktivitou výrobních faktorů. Ta ukázala, že inovace mají pozitivní vliv na ekonomický růst nepřímo přes produktivitu výrobních faktorů, ale jen v zemích mimo OECD. Výsledky pro ostatní země nebyly statisticky významné a byly zamítnuty.

Aghion, Howitt, Prantl (2015) pomocí panelové regresní analýzy zjistili, že reformy realizované Evropskou unií po roce 1992 zvýšily investice do výzkumu a vývoje v odvětvích zpracovatelského průmyslu v zemích se silnými patentovými právy. Pozitivní reakce na tržní reformy se objevila v odvětvích, kde se inovátoři mají tendenci přiklánět k vyšší patentové ochraně. Empirické výsledky naznačují, že konkurence na trzích s výrobky a patentová ochrana mohou působit jako doplňkové vstupy pro inovace. V práci Bassaniniho a Scarpetty (2001) všechny koeficienty pro výzkum a vývoj vyšly statisticky významné a pro celkové a podnikatelské výdaje pozitivní (0,14 a 0,26), což značí kladný pozitivní vliv na ekonomický růst. Oproti tomu koeficient pro vládní výdaje na výzkum a vývoj vykazoval zápornou hodnotu a to -0,37. To podle autorů lze odůvodnit tím, že vládně financovaný výzkum a vývoj může vytěsnit soukromé investice, což je ale v rozporu s počáteční hypotézou. Dále za tím může být vládou financovaný armádní výzkum, který pohltí velkou část prostředků na výzkum, zatímco podnikatelský výzkum se zaměřuje především na produktivnější oblasti, jako například inovační činnost ve výrobě zlepšující produktivitu práce. Vládní výdaje na výzkum plynou především do oblastí energetiky, zdravotnictví a univerzitního výzkumu, které mohou generovat základní znalosti využitelné v dlouhodobém horizontu. Autoři také tvrdí, že existují i možné interakce a mezinárodní efekt spillover, což regresní analýza nemůže identifikovat a podchytit. Ostatní koeficienty proměnných vyšly dle očekávání. Kladný a pozitivní vliv akumulace fyzického kapitálu, exportu a lidského kapitálu na ekonomický růst. Oproti tomu vliv růstu populace se prokázal jako silně negativní na ekonomický růst.

Guloglu a Tekin (2012) ve své studii se prokázali, že investice do výzkumu a vývoje způsobují technologické změny a tyto změny následně způsobí ekonomický růst ve vyspělých zemích, což dokázalo relevantnost endogenní teorie ekonomického růstu. Ale ukázalo se, že kauzalita může působit i v opačném směru, tedy změna v HDP způsobí změnu ve výdajích na výzkum a vývoj. Vysvětlením může být nevyvratitelný fakt, že firmy díky zdravému ekonomickému růstu dosahují vyšších zisků a realizují dodatečné investice na výzkum. Závěrem autoři zmiňují vysokou vzájemnou propojenost mezi investicemi do výzkumu a vývoje, inovacemi a ekonomickým růstem, což koresponduje s jejich provedenou rešerší empirické literatury. Cetin (2013) provedl test podle Grangerovy kauzality, jejíž výsledky vykazaly existenci vlivu výdajů na výzkum a vývoj na HDP ve Finsku, Francii a Španělsku. Dále výsledky Toda-Yamamoto testu ukázaly, že výdaje na výzkum a vývoj ovlivňují HDP v Rakousku, Finsku a Francii, což podalo důkaz ve prospěch růstu založeného na inovacích. Autor zmiňuje fakt, že to bylo jednou z priorit Lisabonské strategie v EU. Ale bylo také zjištěno, že ve Finsku a Francii spolu s Dánskem, Španělskem a Portugalskem existuje i opačná kauzalita působení vlivu, tedy od HDP k výdajům na výzkum a vývoj. Vysvětlení toho úkazu podává také Guloglu a Tekin (2012). Žádná příčinná souvislost mezi proměnnými nebyla prokázána v Holandsku, Itálii a Irsku. Akcali a Sismanoglu (2015) zase tvrdí, že největší dopad investic do výzkumu a vývoje na ekonomický růst se vyskytuje ve Velké Británii, Francii a Nizozemsku, kde koeficienty měly hodnotu okolo 1, což znamená, že při vzrůstu investic do výzkumu a vývoje o jedno procento, vzroste HDP na obyvatele o cca jedno procento. Naopak nejmenší dopad investic do výzkumu a vývoje na růst byl zachycen v Portugalsku, Rakousku a na Islandu, kde byl zjištěn 0,3 až 0,4 procentní nárůst HDP na obyvatele vlivem jednorozhodného zvýšení investic na výzkum a vývoj. Celkově však byl potvrzen předpoklad pozitivního vlivu výdajů na výzkum na ekonomický růst. Koeficient pro Českou republiku představoval hodnotu 0,72. A Inekwe (2014) došel k závěru, že v krátkém období v rozvojových zemích výdaje na výzkum a vývoj snižují ekonomický růst o 0,13 až 0,3 %. Ovšem v dlouhodobém horizontu zvýšení investic do výzkumu a vývoje o 1 % zvýší ekonomický růst o 0,2 až 0,45 %. Výdaje na výzkum a vývoj podle této studie mají významný pozitivní vliv na ekonomický růst v rozvojových zemích s vyššími příjmy, ale nemají žádný významný vliv na růst v ekonomikách s nižšími příjmy, jako je například Arménie, Ghana, Honduras, Irák, Nikaragua, Súdán, Zambie a další.

Po provedené rešerší empirických studií lze tvrdit, že celkové investice do výzkumu a vývoje pozitivně ovlivňují ekonomický růst a také jsou důležité k dosažení udržitelného

hospodářského růstu, k čemuž došli téměř všichni autoři. Také se lze často setkat s názorem, že tyto investice ovlivňují ekonomický růst nepřímo přes růst produktivity výrobních faktorů, nebo také prostřednictvím inovační činnosti. Stejně tak výzkum a vývoj nezanedbatelně ovlivňuje stupeň ochrany vlastnických práv, podpora terciálního vzdělávání a úroveň investic. Avšak několik autorů uvádí skutečnost, že efekt z těchto investic do výzkumu a vývoje se do ekonomického růstu promítne s různě dlouhým časovým zpožděním, které obsahuje zadání a analýzu projektu, samotnou implementaci výsledků výzkumu a působení na produkt v zemi. Působení pozitivních účinků je možno sledovat ve střednědobém až dlouhodobém horizontu a spíše ve vyspělejších zemích OECD nebo zemích G7. Pro zachycení a ověření tohoto vztahu autoři používali různé metody a způsoby. Nejčastější metodou zkoumání ve zde rozebíraných studiích je panelová regresní analýza, přičemž často využívanou vysvětlovanou proměnnou je hrubý domácí produkt na obyvatele, produktivita výrobních faktorů, popřípadě tempo růstu HDP. Mezi vysvětlujícími proměnnými nejčastěji figuruje ukazatel GERD, který je podle Camerona (1999) nejvhodnějším aproximátorem technologických změn, dále se často vyskytují vládně nebo soukromě financované investice do výzkumu a vývoje, hrubá tvorba fixního kapitálu, ukazatel lidského kapitálu, popřípadě počty patentů nebo míra nezaměstnanosti apod. Aghion, Howitt, Prantl (2015) uvádí, že silná patentová ochrana může výrazně přispět k tvorbě inovací a nových technologií. Autoři Guloglu a Tekin (2012) a Cetin (2013) se zaměřili na zkoumání kauzálních vztahů mezi investicemi do výzkumu a vývoje a ekonomickým růstem. Ti prokázali skutečnost pozitivního ekonomického růstu zapříčiněným investicemi do výzkumu a vývoje, ovšem zjistili také, že existuje i opačný kauzální vztah, tedy od ekonomického růstu k těmto investicím. Co se týče vlivu investic do výzkumu a vývoje financovaných z veřejných zdrojů, tedy vládních, na ekonomický růst, nepadají mezi autory ve zde rozebíraných studiích jednoznačná shoda. K pozitivním vlivům vládních investic na ekonomický růst prostřednictvím produktivity výrobních faktorů se na základě výsledku regresní analýzy přiklání například Guellec a Pottelsberghe de la Potterie (2001). Analýza Sylwestera (2001) zase vykazovala statisticky nevýznamné koeficienty pro vládní výdaje na výzkum. A k jiným výsledkům došli Bassanini a Scarpetta (2001), jimž vyšel vládní výzkum vyloženě negativně ovlivňující ekonomický růst.

4 Analýza vlivu výzkumu a vývoje na ekonomický růst

4.1 Metodologie

V této kapitole bude zkoumán vliv investic do výzkumu a vývoje na ekonomický růst v osmadvaceti zemích Evropské unie s využitím Romerova modelu endogenního růstu. Pro tuto analýzu je třeba sledovat následující ukazatele: hrubý domácí produkt na obyvatele, celkové výdaje na výzkum a vývoj, patentové přihlášky, podíl osob s dosaženým terciálním vzděláním a tvorbu hrubého fixního kapitálu.

Analýza vlivu investic do výzkumu a vývoje na ekonomický růst v této práci vychází z teorie Romerova modelu endogenního růstu, ve kterém je technologický pokrok endogenizován především pozitivními externalitami znalostí a stává se tak součástí modelu. Mankiw, Romer a Weil (1992) uvádí, že zahrnutí lidského kapitálu do modelu růstu může změnit celou charakteristiku ekonomického růstu. Produkční funkce bude mít pak následující tvar:

$$Y_{(t)} = K_{(t)}^{\alpha} \cdot H_{(t)}^{\beta} \cdot L_{(t)}^{1-\alpha-\beta} \cdot A_{(t)}, \quad (3.1)$$

kde ekonomický růst Y v čase (t) je ovlivněn zásobou fyzického kapitálu K , lidského kapitálu H , pracovní silou L a technologickým pokrokem A .

Romer rovněž předpokládá rostoucí společenské výnosy kapitálu, tedy $\alpha + \beta > 1$ a ekonomický růst se tak může zvyšovat permanentně (Ciehlková a kol., 2008).

Proměnné ve výše uvedeném teoretickém modelu jsou v této práci aproximovány následujícími vybranými ukazateli pro zkoumání vlivu investic do výzkumu a vývoje na ekonomický růst. Pro tyto ukazatele jsou použity data z databáze evropského statistického úřadu Eurostat pro vzorek 28 zemí Evropské unie (Belgie, Bulharsko, Česká republika, Dánsko, Německo, Estonsko, Irsko, Řecko, Španělsko, Francie, Chorvatsko, Itálie, Lotyšsko, Kypr, Litva, Lucembursko, Maďarsko, Malta, Nizozemsko, Rakousko, Polsko, Portugalsko, Rumunsko, Slovinsko, Slovensko, Finsko, Švédsko a Velká Británie) za roky 1998 až 2014. Jedná se o současné členské státy EU a vyspělé demokratické země s podobnou ekonomickou strukturou.

Závisle proměnnou v modelu charakterizující ekonomický rozvoj představuje **hrubý domácí produkt na obyvatele**. Samotný hrubý domácí produkt v absolutních hodnotách je často používaným ukazatelem ekonomické síly dané země a vyjadřuje celkovou peněžní hodnotu statků a služeb vytvořenou za určité období v dané zemi. Zatímco vhodnější ukazatel

používaný pro porovnání ekonomické úrovně je HDP na obyvatele ve standardu kupní síly PPS (Purchasing Power Standard), který zohledňuje velikost ekonomiky vyjádřené počtem obyvatel a rozdíly v cenové úrovni jednotlivých zemí. Daná jednotka vyjádřená ve standardu kupní síly odpovídá průměrné kupní síle jednoho eura v Evropské unii. Standard kupní síly vychází z použití parity kupní síly PPP (Purchasing Power Parity), která odráží kupní sílu každé měny, čímž dojde k eliminaci rozdílu v úrovních cen v jednotlivých zemích. PPP tak představuje poměr cen v národních měnách za shodné statky a služby v různých zemích a slouží k multilaterálnímu srovnávání (Eurostat, 2015, a).

Nezávisle proměnnou zásoba fyzického kapitálu v modelu představuje **tvorba hrubého fixního kapitálu**. Investice do fixních kapitálových statků označované jako tvorba hrubého fixního kapitálu jsou z podnikového i národohospodářského hlediska důležitým faktorem růstu produktivity a tím i společenského blahobytu. Tyto hrubé investice se dělí na investice obnovovací, spojené s obnovou opotřebovaného kapitálového statku, a čisté investice sloužící k rozšíření existující zásoby kapitálových statků (Urban, 2015). Tvorba hrubého fixního kapitálu se podle Eurostatu (2013) skládá z investic rezidentských výrobců a úbytků dlouhodobého majetku v průběhu daného období. Hmotná i nehmotná dlouhodobá aktiva jsou vytvořena jako výstup z výrobního procesu, která se používají opakovaně nebo průběžně po dobu delší než jeden rok. Mezi tyto aktiva se zahrnuje úprava zemského povrchu, tedy příkopy, kanály, ploty, dále dopravní zařízení, stroje a ostatní zařízení, výstavba silnic, mostů, letišť, železnic, škol, úřadů, nemocnic, soukromých obytných domů a komerčních a průmyslových staveb, vinic, sadů a chov hospodářských zvířat. Tato proměnná je zde vyjádřena jako tvorba hrubého fixního kapitálu v procentech hrubého domácího produktu.

Další nezávisle proměnnou v modelu je **lidský kapitál**, který v sobě zahrnuje úroveň nespecifikovaných znalostí. Aghion a Durlauf (2013) uvádí, že znalosti působí na technologie z nabídkové strany. Nové technologie přináší nové produkční procesy, stroje, produkty a služby, které však nejsou realizovány přímočaře. Významná část nákladů na přijímání nových technologií jsou náklady na zjištění a objevení toho, jakou technologii je k výrobě zboží nebo služeb potřeba a jak ji používat samostatně nebo jako součást stávajícího výrobního procesu. Proto jakékoliv předchozí znalosti, které snižují velikost těchto nákladů, by měly podporovat přijímání technologií. Znalosti mohou mít celou řadu forem, nejčastěji jsou však zahrnuty v lidském kapitálu. Ten zpravidla bývá měřen jako podíl obyvatelstva, které dosáhlo určité úrovně vzdělání, ovšem to není jediný zdroj znalostí pro zavádění nových technologií, protože se pracovníci mohou učit a vzdělávat již po ukončeném vzdělání nebo ve svém zaměstnání.

Lidský kapitál lze definovat jako schopnosti, dovednosti a odpovídající motivaci tyto schopnosti a dovednosti uplatnit. Lidský kapitál se může rozdělit na dvě části, které spolu úzce souvisí. První část je chápána jako základní lidský kapitál zahrnující produktivní schopnosti a vlastnosti (fyzickou sílu, analytické myšlení apod.) a druhá část je pak širší lidský kapitál, který umožňuje uplatňovat uvedené složky kapitálu základního. Existují faktory, které se navzájem doplňují a formují tak disponibilní lidský kapitál jedince. Jedná se o geneticky zděděné a vrozené schopnosti, rodinné a sociální faktory, formální a neformální vzdělávání a schopnost učení. Změřit lidský kapitál ovšem není jednoduchý úkol. Je vhodné, aby ukazatel úrovně lidského kapitálu byl ukazatelem kvantitativní povahy z důvodu širší využitelnosti statistických metod, ačkoliv se jedná o kvalitativní vlastnosti člověka (Mazouch a Fischer, 2011). Goldin (2014) popisuje lidský kapitál jako soubor dovedností, jejichž návratnost investic přesahuje přímé i nepřímé náklady. Rozdílem mezi lidským a ostatním fyzickým kapitálem je to, že dochází k přenosu, zachování a aplikování nabytých znalostí a tyto faktory pak vedou k modernímu ekonomickému růstu. Stejně tak nové technologie zvyšují poptávku po kvalitních dovednostech, odborných znalostech a kvalifikované pracovní síle. Celkově technologický pokrok zvyšuje nároky na lidský kapitál, a proto vstupuje do agregátní produkční funkce. Lidský kapitál tedy rozšiřuje práci, která je funkcí úrovně populace a míry zapojení pracovní síly do výrobního procesu.

Také Barro (2001) tvrdí, že lidský kapitál napomáhá absorbovat vytvořené nebo přijaté technologie a díky tomuto kanálu se stává důležitým vzdělávání na sekundární i terciální úrovni. Na základě jeho provedené analýzy vlivu vzdělávání na ekonomický růst na vzorku 100 zemí za období 1965 až 1995 plyne, že ekonomický růst je pozitivně ovlivňován úrovní dosaženého sekundárního a terciálního vzdělání. I pracovníci s vyšším vzděláním mají schopnost lépe přijímat a zacházet s novými technologiemi, což je dále užitečné pro jejich další šíření. Mimo jiné také silný pozitivní vztah na růst mají výsledky zkoušek žáků z oblasti přírodních věd, matematiky a celkově kvalita vzdělání vyjádřená jako počet let školní docházky.

Úroveň dosaženého vzdělání je definována podle Mezinárodní standardní klasifikace vzdělání (ISCED). Úrovně dosaženého vzdělání jsou obvykle prezentovány pro tři hlavní kategorie:

- nižší než primární, primární a nižší sekundární vzdělání (ISCED úroveň 0-2),
- vyšší sekundární a postsekundární vzdělání (ISCED úroveň 3-4),
- terciální vzdělání (ISCED úroveň 5-8) (Eurostat, 2015, b).

Proměnná v této práci zastupující lidský kapitál je vyjádřena jako procento populace daného státu ve věku 15 až 64 let s dosaženým vysokoškolským, neboli terciálním vzděláním, tedy s úrovní 5-8 podle ISCED.

Pro aproximaci lidského kapitálu nebo pracovní síly by mohly také sloužit statistiky **pracovníků ve výzkumu a vývoji**, které jsou důležité pro měření ekonomiky založené na znalostech a inovacích, protože právě tam existuje poptávka po vysoce kvalifikovaných a vědeckých a technických odbornících. Statistiky zaměstnanců ve výzkumu a vývoji jsou sestaveny dle požadavků stanovených ve Frascati manuálu a zahrnují všechny osoby zaměstnané přímo v oblasti výzkumu a vývoji, stejně tak osoby poskytující přímé služby (manažeři, administrativní pracovníci a ostatní zaměstnanci). Personálem ve výzkumu jsou odborníci zabývající se tvorbou nových znalostí, procesů, metod nebo systémů a řízením zadaných projektů. Mezi tyto výzkumníky jsou také zahrnuti postgraduální doktorandi (ISCED úroveň 6 a vyšší). Z důvodu nedostupnosti většího množství dat o pracovnících ve výzkumu a vývoji nebude tato proměnná předmětem další analýzy (Eurostat, 2015, c)

Technologický pokrok v modelu je zde zastoupen celkovými výdaji na výzkum a vývoj vyjádřenými v procentech HDP, tedy ukazatelem **GERD** (někdy také nazýván jako intenzita výzkumu a vývoje), který byl popsán v první kapitole této práce. Jedná se tedy o veřejné a soukromé investice na tvůrčí práci systematicky prováděnou ke zvýšení znalostí v oblasti humanitních, kulturních, společenských a technických vědách a na použití těchto znalostí k vytváření nových produktů výzkumu. GERD se vztahuje na základní, aplikovaný a experimentální výzkum. Tento ukazatel je prezentován ve Frascati manuálu.

Další proměnnou navíc zahrnutou do modelu jsou **patentové přihlášky** v Evropské unii. Patentová přihláška znamená požadavek u příslušného patentového úřadu na udělení patentu na vynález charakterizovaný v dané přihlášce. Patenty ukazují schopnost využívat znalosti a vynálezy a dokáží je proměnit v potencionální hospodářský zisk. Patent jako takový je právním titulem průmyslového vlastnictví o poskytnutí práva jeho majiteli komerčně využívat vynález v omezené oblasti a čase. Také poskytuje majiteli právo omezit ostatní subjekty v kopírování, používání nebo prodávání vynálezu bez povolení. Patenty jsou právní nástroj k ochraně vynálezů a jsou silně ovlivněny právním systémem, který je obklopuje. Národní systémy jdou však v souladu s evropským patentovým rámcem. Stejně tak představují normy pro tvůrčí činnosti a jejich užitečnost a vynalézavost. Statistiky patentů jsou široce používány k hodnocení inovační výkonnosti zemí nebo regionů. Údaje o patentech jsou k dispozici v databázi Eurostat, která je přejímá výhradně z databází Evropského

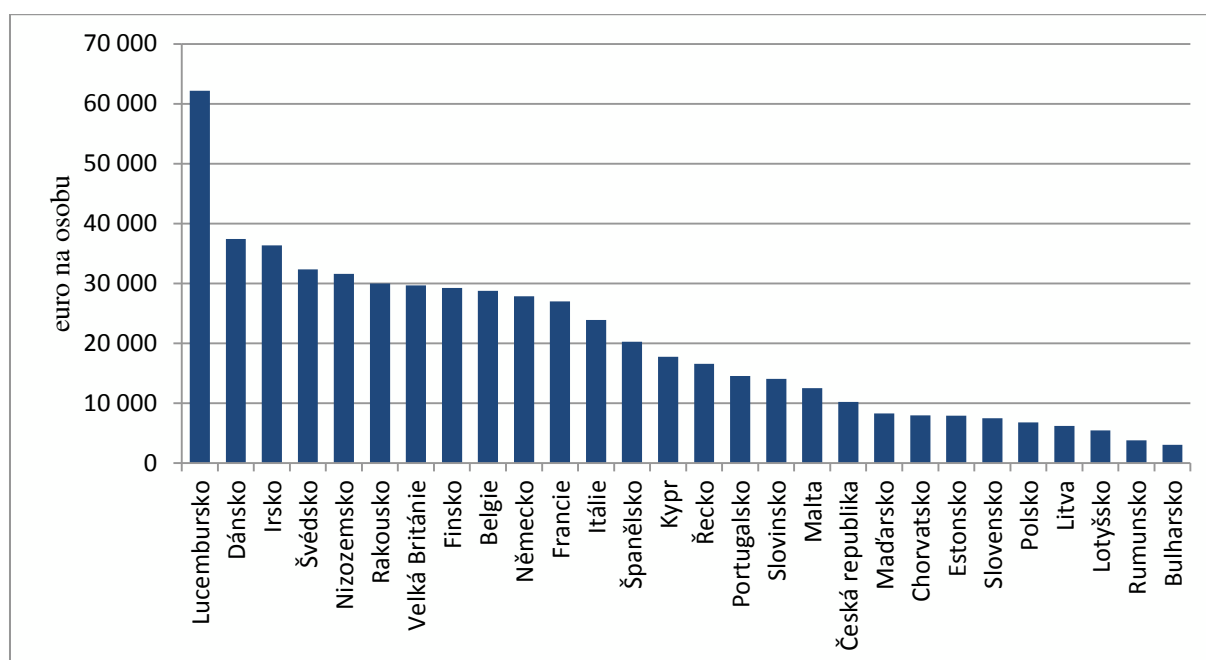
patentového úřadu (EPO), který je součástí celosvětové patentové statistické databáze PATSTAT. Evropské patentové přihlášky se týkají žádostí podaných u EPO a počítají se podle roku, ve kterém se ukládají a jsou přiřazeny do země podle místa bydliště vynálezce (fyzická nebo právnická osoba). Samotná proměnná patentové přihlášky je vyjádřena jako počet patentových přihlášek daného státu podaných u EPO na milion obyvatel (Eurostat, 2015, d).

4.2 Deskriptivní analýza

V této části práce bude provedena deskriptivní analýza výše popsaných ukazatelů pro vybrané země Evropské unie. Závisle proměnnou je reálný HDP na obyvatele, tedy očištěný od vlivu cenové hladiny a vyjádřený v eurech. V grafu 4.1 je zachycen zprůměrovaný HDP na obyvatele za sledované období 1998 až 2014. Tyto průměrné hodnoty jsou však pouze orientační, protože ve sledovaném období se jednotlivé státy potýkaly s rozdílným ekonomickým cyklem, byly zasaženy ekonomickou krizí v letech 2009 až 2010 nebo různými jinými událostmi ekonomické povahy.

Z grafu 4.1 je zřejmé, že v zemích EU převládají v ekonomické úrovni patrné rozdíly. Například v roce 2013 v zemích jako Dánsko, Rakousko, Švédsko, Finsko, Německo nebo Velká Británie dosahoval HDP na obyvatele hodnoty více než 30 000 EUR, oproti nově přistoupeným zemím jako Rumunsko a Bulharsko, kde se tato hodnota za celé sledované období nedostala přes 5 000 EUR na osobu. Podle Eurostatu (2015, a) od poloviny první dekády 21. století v Evropské unii docházelo ke konvergenci v životní úrovni, když se většina členských států, které přistoupily k EU v roce 2004, 2007 a 2013, přiblížila průměru EU, a to i přes určité zhoršení během finanční a hospodářské krize. Za sledované období činil průměrný reálný HDP na osobu v celé EU-28 okolo 20 000 EUR. Během téhož období výrazně tento průměr překročily již zmiňované státy, ovšem země jako Řecko, Španělsko nebo Itálie se z pozice na úrovni průměru EU-28 nebo nad ním přesunuly na pozici pod tímto průměrem. Největší posun z pozice pod průměrem EU-28 v roce 2003 směrem k průměru EU-28 v roce 2013 byl zaznamenán v Litvě, Lotyšsku, Estonsku, Polsku a Slovensku.

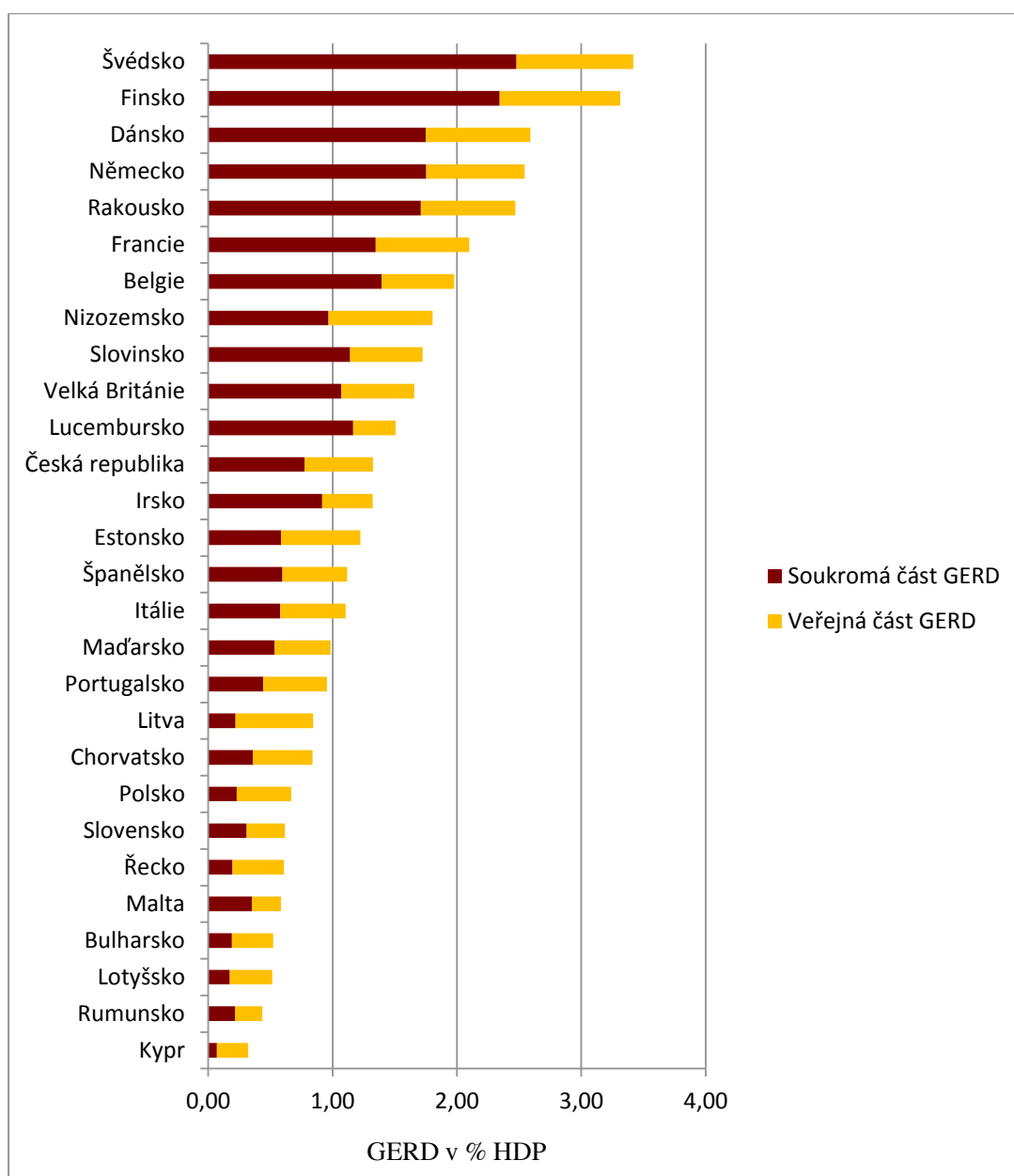
Graf 4.1: Reálný HDP na obyvatele vyjádřený v PPP, průměr 1998 – 2014.



Zdroj: Eurostat (2015, e); vlastní úprava.

Dalším sledovaným ukazatelem jsou celkové domácí výdaje na výzkum a vývoj v procentech HDP neboli GERD. Evropská unie se zasazuje o podporu výzkumu a vývoje v členských zemích a jedním z klíčových cílů EU v posledních desetiletích bylo podporovat rostoucí úroveň těchto investic do výzkumu a vývoje a tím dopomoci ke zvyšování konkurenceschopnosti EU. Jak lze spatřit v grafu 4.2, nejvyšších výdajů do výzkumu a vývoje dosahovalo Švédsko, Finsko a v posledních letech i Dánsko. V roce 2013 pak atakovalo tříprocentní hranici Rakousko a Německo. Ve stejném roce představoval objem celkových GERD v EU-28 hodnotu 272 miliard euro, což odpovídá nárůstu oproti roku 2012 o 0,7 % a o závratných 45,8 % oproti roku 2003 (Eurostat, 2015, f). Z porovnání grafů 4.1 a 4.2 lze vypožorovat souvislost mezi úrovní HDP na obyvatele a úrovní GERD. Vyspělejší země v západní a severní části EU s vyššími hodnotami HDP na obyvatele vykazují vyšší úroveň GERD oproti východnější části EU a nově přistoupeným zemím, stejně tak oproti Řecku, Kypru nebo Španělsku, kde je hodnota HDP na obyvatele je mnohem vyšší než v Bulharsku a Rumunsku, ovšem GERD tam představují pouze okolo 0,4 až 1 % z HDP. To může být způsobeno dopady ekonomické a dluhové krize, kdy byly omezeny vládní i soukromé výdaje i do produktivních oblastí, jejíž součástí je i výzkum a vývoj. Z transformovaných zemí ve východní části EU dosahuje dobrých výsledků Slovinsko a vzápětí Česká republika, kde se úroveň GERD pohybuje za sledované období v průměru okolo 1,3 a 1,7 %.

Graf 4.2: GERD v procentech HDP, průměr 1998 – 2014.



Zdroj: Eurostat (2015, e); vlastní úprava.

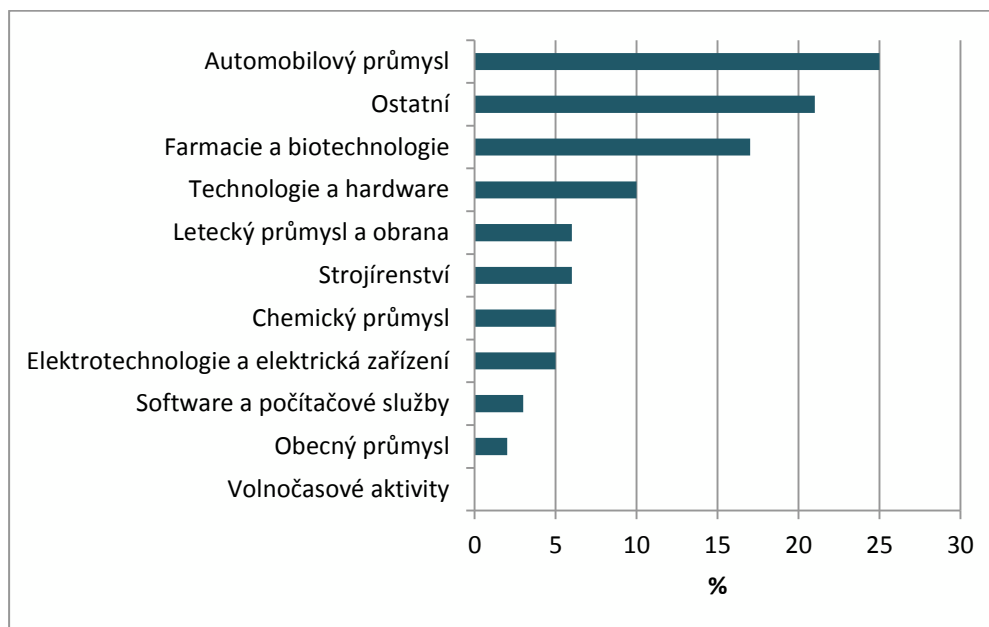
Celkové GERD se dělí na výdaje na výzkum a vývoj financované ze soukromých nebo podnikatelských zdrojů a veřejných zdrojů, které obsahují vládní výdaje na výzkum a vývoj a výdaje na veřejný vysokoškolský výzkum. Vedle soukromých a veřejných zdrojů GERD obsahuje i zdroje z neziskového sektoru, ale tato položka je zanedbatelná, pohybující se v setinách procent. V letech 2011 a 2012 rostly výdaje na výzkum a vývoj především díky strukturálním fondům z EU a z těchto prostředků se začala hojně budovat nová výzkumná centra, stejně tak rostly investice ze soukromých zdrojů. V zemích EU tvoří podstatnou část GERD mzdové a ostatní náklady zahrnující nákup materiálu, energií, vybavení a služeb na

podporu výzkumu a to jak ve vládním, tak i v soukromém sektoru. Podobně také ve vyspělejších zemích EU roste počet výzkumných pracovníků a to v technických a přírodních vědách (Man, 2015). Graf 4.2 ilustruje skutečnost, že soukromé zdroje ve financování výzkumu a vývoje převažují v Německu, Dánsku, Francii, Belgii, Švédsku, Finsku, Rakousku a dalších státech. Naopak pro Řecko a část nových členských států platí, že výzkum a vývoj se hradí z více než poloviny z veřejných zdrojů.

Investice do výzkumu a vývoje v EU nejvíce plynuly do odvětví automobilového průmyslu a high-tech odvětví, do kterého patří farmaceutický a biotechnologický průmysl, nanotechnologie, výpočetní technologie a vývoj software, jak je zachyceno v grafu 4.3. Položka ostatní v sobě zahrnuje výzkum a vývoj produktů a služeb pro zdravotní péči, ropných a plyných produktů, telekomunikace, bankovní služby, potravinářství, průmysl na zpracování kovů a hornictví, lesnictví a jiné tzv. low-tech odvětví. Lze podotknout, že výzkum a vývoj v těchto všech odvětvích a oblastech průmyslu se navzájem doplňuje a překrývá, takže zde uvedený žebříček je nutno brát pouze jako orientační.

Následující graf 4.3 udává podíl jednotlivých sektorů a odvětví průmyslu, do nichž plynuly investice na výzkum a vývoj v roce 2012.

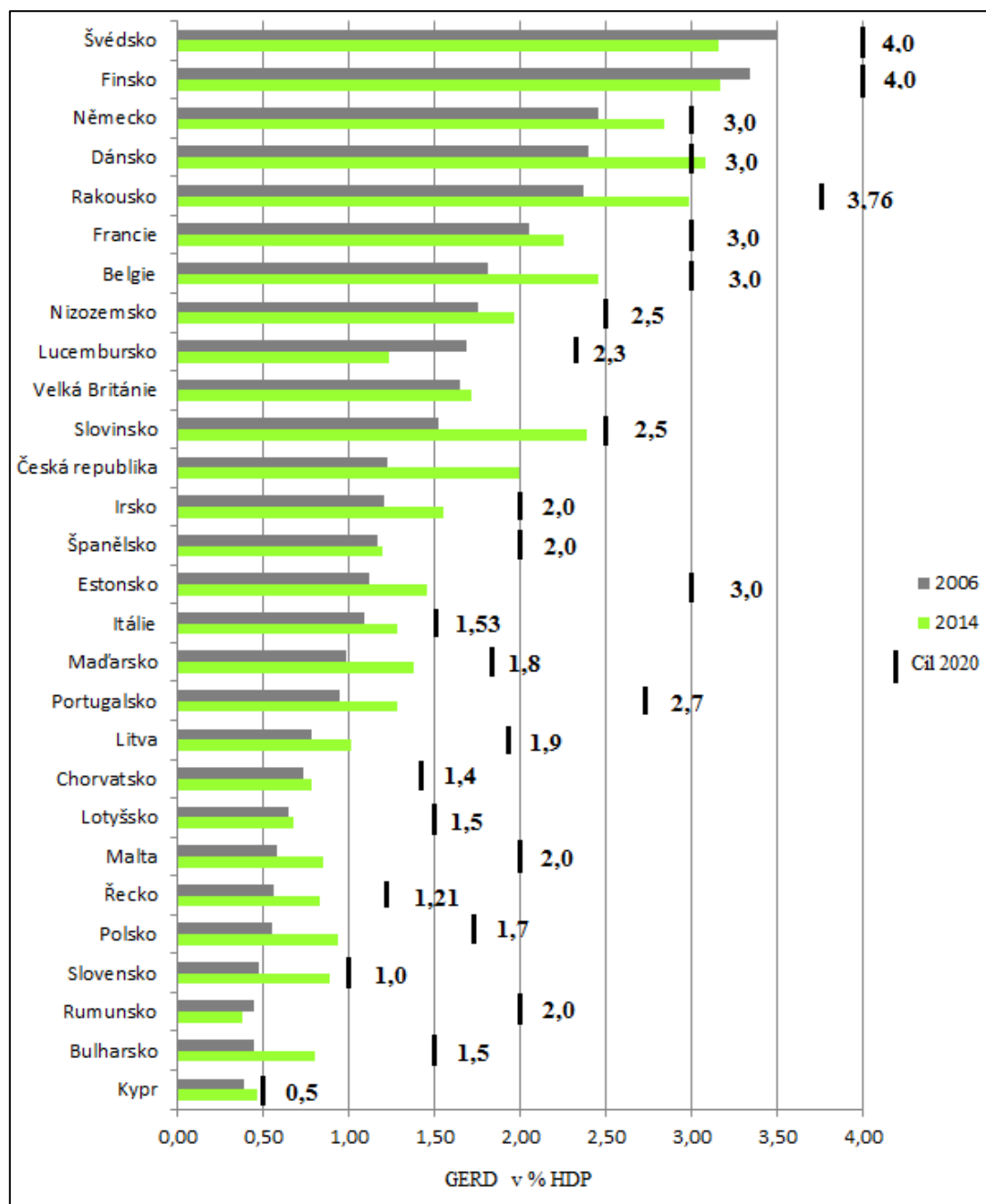
Graf 4.3: Podíl odvětví průmyslu na GERD.



Zdroj: European Commission (2013); vlastní úprava.

Celkově hodnota ukazatele GERD v EU-28 za sledované období rostla a například v roce 2009 mnoho členských států přijalo opatření ke zvýšení výdajů na výzkum a vývoj, což mělo být chápáno jako boj proti dopadům ekonomické krize na soukromé investice. V současné době jako hlavní cíl EU v rámci strategie Evropa 2020 platí dosažení cíle 3% GERD na HDP. Jak již bylo zmíněno, tento cíl se v letech 1998 až 2014 v průměru podařilo dosáhnout pouze Švédsku, Finsku a v posledních letech i Dánsku. Ovšem nemalá část členských států EU s velkou pravděpodobností na tuto hodnotu nikdy nedosáhne, proto cíl 3 % je pouze rámcový. Cíle jsou převáděny do podoby vnitrostátních cílů, aby byly přizpůsobeny potřebám každého členského státu a ten tak mohl kontrolovat jejich plnění. Tyto národní cíle v oblasti výdajů do výzkumu a vývoje jsou uvedeny v grafu 4.4, kde lze spatřit, že většina zemí dosahuje v roce 2014 vyšších hodnot GERD než v roce 2006. To dokládá, že investice do výzkumu a vývoje v čase rostou a jednotlivé státy mohou tak dosáhnout svých stanovených cílů. Česká republika má za cíl dosáhnout do roku 2020 1 % ne celkových investic, ale pouze veřejných investic na výzkum a vývoj a Velká Británie v národním plánu stanovený jednoznačný cíl nemá.

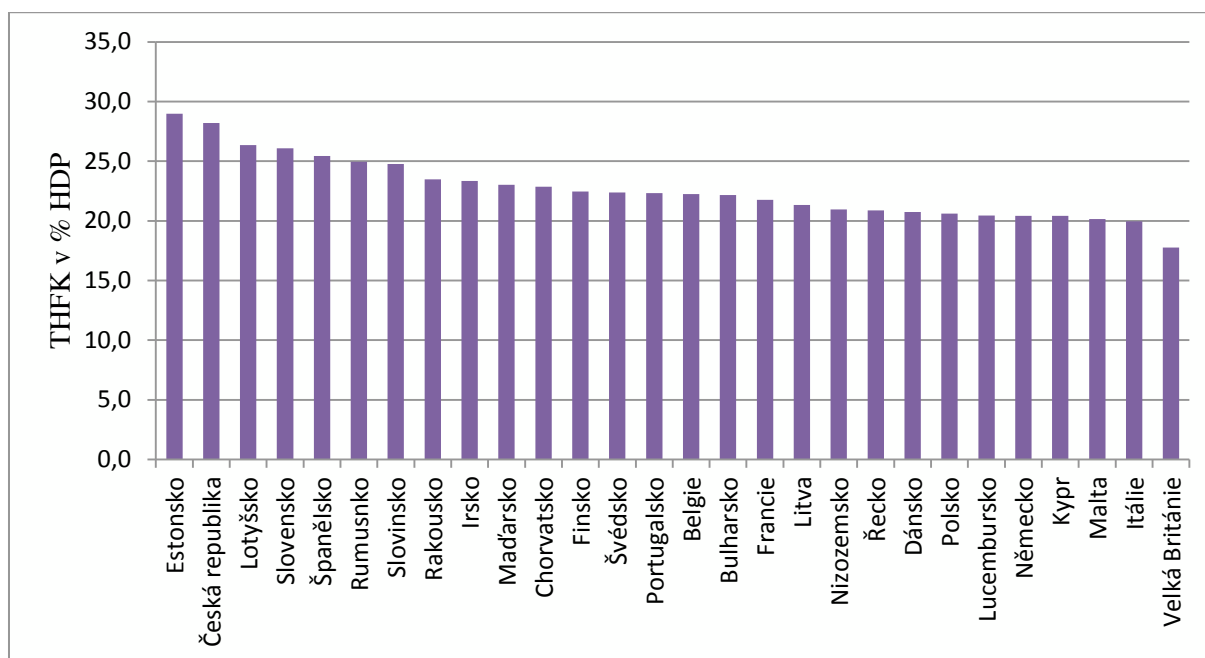
Graf 4.4: Vývoj GERD v letech 2006 a 2014 a cíl Evropa 2020.



Zdroj: Eurostat (2015, f); vlastní úprava.

Další proměnnou je tvorba hrubého fixního kapitálu v procentech HDP, která charakterizuje investiční aktivity v dané zemi. Hodnota tohoto ukazatele ve sledovaném období v jednotlivých zemích EU spíše klesala nebo stagnovala a průměrná hodnota činila okolo 20 až 25 procent HDP. Nejvyšších hodnot dosahovalo Estonsko a Česká republika, kde v průměru za období 1998 až 2014 byla hodnota tvorby hrubého fixního kapitálu okolo 28 a 29 procent HDP.

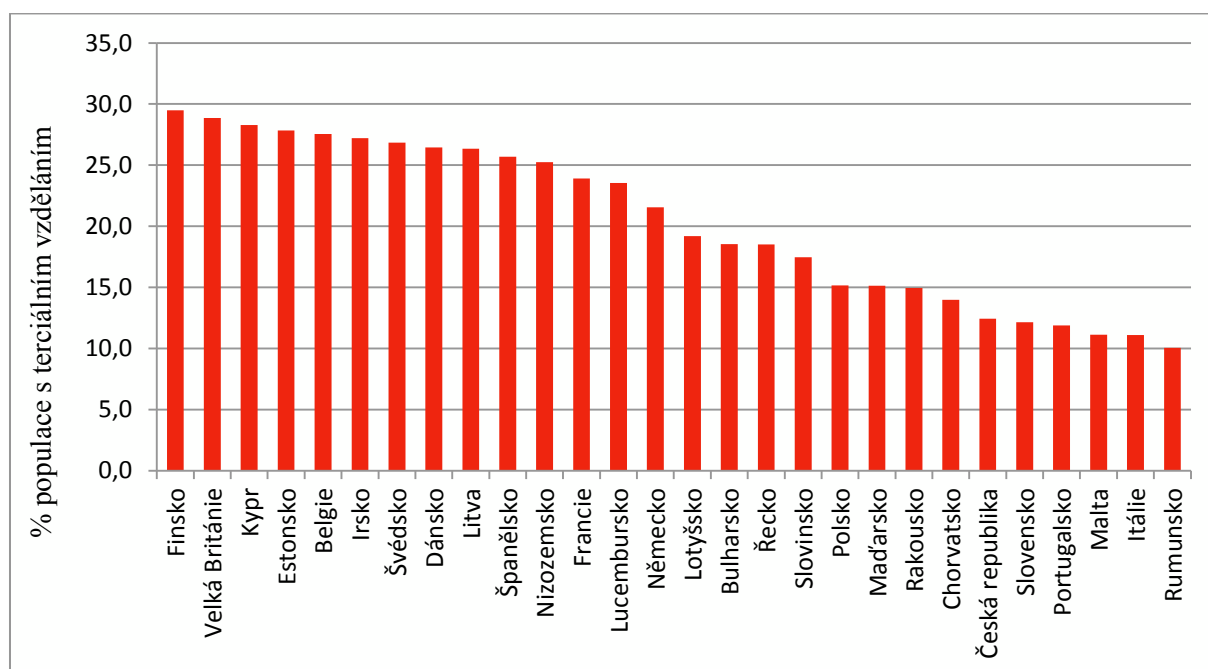
Graf 4.5: Tvorba hrubého fixního kapitálu v % HDP, průměr 1998 – 2014.



Zdroj: Eurostat (2015, e); vlastní úprava.

Proměnná lidský kapitál charakterizována jako podíl populace ve věku 15 až 64 let s dosaženým vysokoškolským vzděláním je důležitým měřítkem v této analýze. Podíl osob s dosaženým terciálním vzděláním (ISCED 5-8), tedy s bakalářským a vyšším vzděláním ve sledovaném období ve všech zemích EU rostl. V posledních letech dosahovalo nejvyššího podílu těchto osob Finsko, Velká Británie, Lucembursko, Irsko a Kypr, kde hodnota podílu překročila 35 %. Například v roce 2013 v celé EU-28 bylo 19,6 milionu vysokoškolských studentů, z nichž 60,7 % studovalo na bakalářském stupni, 28,1 % na magisterském stupni a 3,7 % na doktorském stupni studia. Ve stejném roce v EU-28 dokončilo nějaký stupeň terciálního vzdělání přibližně 4,8 milionu studentů. Téměř jedna třetina všech studentů v terciálním vzdělávání studovalo sociální vědy, podnikání nebo práva, druhý největší studijní obor představovaly technické vědy a stavebnictví a třetí největší studovaný obor zaujímalo zdravotnictví a lékařské vědy. Stejně jako u výdajů na výzkum a vývoj i zde se promítá snaha EU dosáhnout jednoho z cíle strategie Evropy 2020 a to podílu osob s dokončeným terciálním vzděláním alespoň 40 procent ve věku 30 až 34 let, přičemž tento podíl byl v roce 2014 v celé EU 37,9 % (Eurostat, 2016).

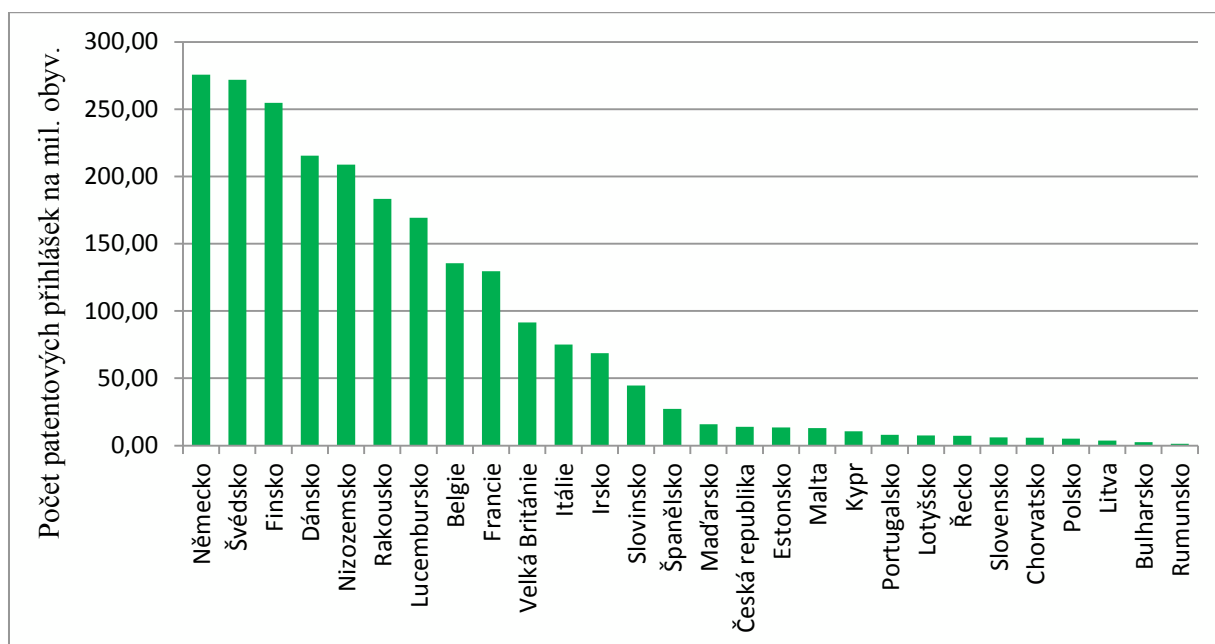
Graf 4.6: Podíl osob s dosaženým terciální vzděláním na populaci 15-64 let, průměr 1998 – 2014.



Zdroj: Eurostat (2015, e); vlastní úprava.

Další proměnnou jsou patentové přihlášky u Evropského patentového úřadu vyjádřené v počtu přihlášek na milion obyvatel daného státu. Tabulka 4.7 udává průměrné počty patentových přihlášek u EPO v období let 1998 až 2014, přičemž v průměru nejvíce patentových přihlášek podává Německo s 276 přihláškami, Švédsko s 271 přihláškami a Finsko s 255 přihláškami na milion obyvatel. Je nutno také zmínit, že patentové přihlášky na milion obyvatel ve Švédsku překročily hodnotu 300 v roce 2013, což je nejvíce u rozebíraného vzorku zemí. U dalších zemí následuje výrazný propad až ke dvěma přihláškám na milion obyvatel, kterých dosahuje Bulharsko a Rumunsko. Největší podíl patentů na high-tech technologie z celkového počtu bylo zaznamenáno ve Francii, Německu, Velké Británii, Švédsku a Belgii a z high-tech technologií největší podíl zaujímaly patenty na výpočetní (ICT) technologie a to téměř 88 %. Dále v rámci high-tech to byly patenty na biotechnologie a nanotechnologie, které byly ještě v roce 2011 teprve v počátcích a nyní už jsou přítomny téměř ve všech oblastech vědy a techniky. Vyrůstající počet patentových přihlášek je také zaznamenán v Německu a Francii v oblasti služeb navigace přes satelit, které mají návaznost na existující Global Positioning System (GPS) nebo na plánovaný globální družicový navigační systém Galileo. Dále rostoucí potenciál je zřetelný v oblasti energetiky, přičemž sílí počty patentů týkajících se větrné energie, fotovoltaické energie a solární energie, což potrhují zájem o využívání energie z obnovitelných zdrojů (Eurostat, 2015, d).

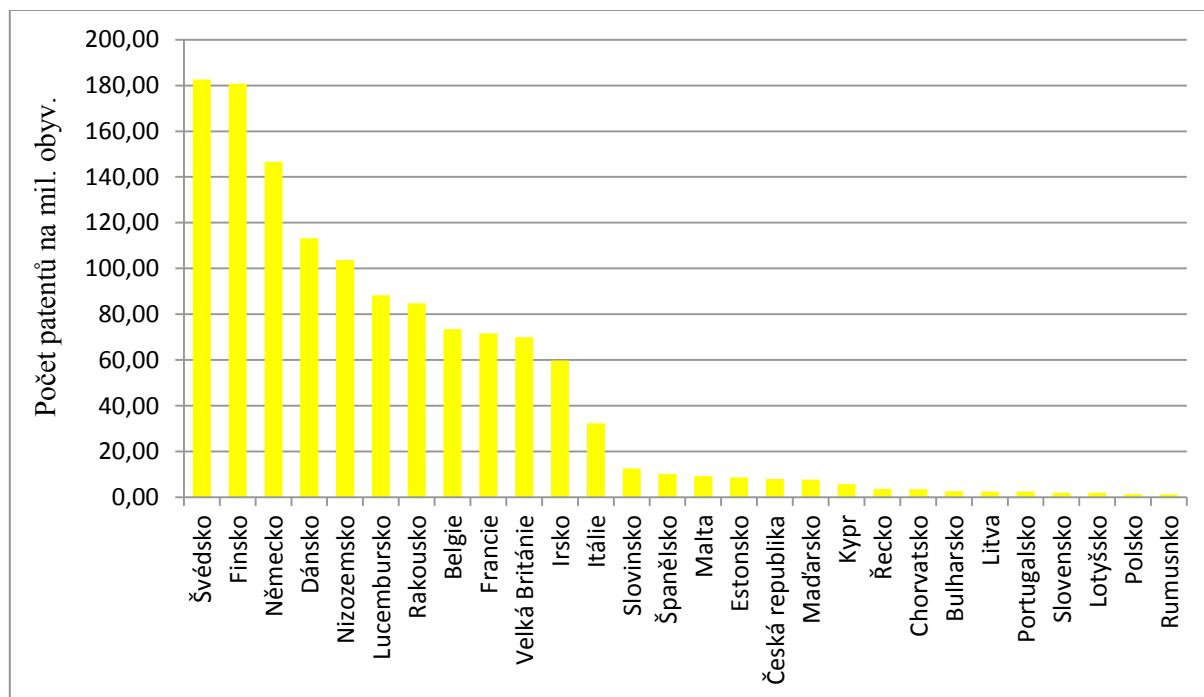
Graf 4.7: Počet patentových přihlášek u EPO na milion obyvatel, průměr 1998 - 2014.



Zdroj: Eurostat (2015, e); vlastní úprava.

Pro porovnání jsou v grafu 4.8 uvedeny počty patentů na milion obyvatel udělené Úřadem průmyslového vlastnictví ve Spojených státech (USPTO), ovšem data jsou k dispozici pouze do roku 2010.

Graf 4.8: Počet patentů na milion obyvatel udělených USPTO, průměr 1997 – 2010.



Zdroj: Eurostat (2015, e); vlastní úprava.

Dále tabulka 4.1 představuje statistickou deskriptivní analýzu všech použitých proměnných vytvořenou ve statistickém programu STATA. Hodnoty ukazují počet pozorování, průměr, směrodatnou odchylku, minimum a maximum každé proměnné. Celkový počet pozorování je 476 z důvodu seřazení panelových dat, tedy každá země EU-28 obsahuje sedmnáctileté pozorování. Vysoká hodnota směrodatné odchylky u proměnné patenty vypovídá o tom, že existují velké vzájemné odlišnosti v souboru s pozorováním. To je však očekávané, protože některý stát například podal v průměru pouze dvě patentové přihlášky u EPO na milion obyvatel a jiný stát naopak více než 250 přihlášek.

Tab. 4.1: Statistická deskriptivní analýza proměnných.

Variable	Obs.	Mean	Std. Dev.	Min	Max
HDP	476	19 969,54	13 568,73	2 000	70 400
GERD	476	1,399328	0,8846463	0,11	3,91
THFK	476	22,65798	3,977902	11,5	38,4
LK	476	20,37206	7,601221	4,6	39,6
Patenty	476	80,91592	94,12632	0,19	310,18

Zdroj: Vlastní zpracování

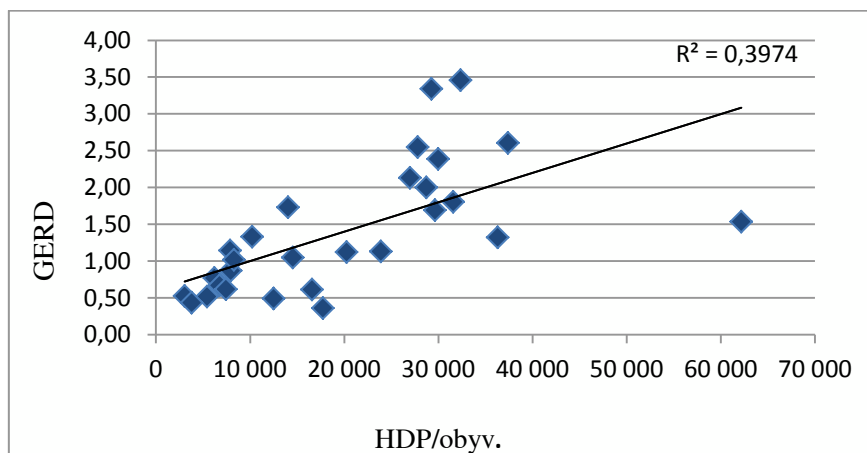
4.3 Korelační analýza

V této části kapitoly bude pro zjištění vztahu mezi jednotlivými vysvětlujícími proměnnými a ekonomickou úrovní využita korelační analýza. Korelační analýza bude provedena ze zprůměrovaných hodnot proměnných za období mezi roky 1998 až 2014 pro jednotlivé země EU-28. Pro tento účel bude použit Pearsonův korelační koeficient, který je definován v rozpětí hodnot $<-1;1>$. Čím blíže se koeficient blíží hodnotě +1, tím vyšší je pozitivní závislost proměnných. Čím více se hodnota koeficientu blíží hodnotě -1, tím vyšší je negativní závislost proměnných. Hodnota koeficientu blízká nule značí, že mezi veličinami není žádný lineární vztah (Hindls a kol., 2007).

Grafické znázornění vzájemného vztahu mezi ekonomickou úrovní, tedy HDP na obyvatele a celkovými výdaji na výzkum a vývoj zachycuje následující graf 4.9. Je patrné, že mezi sledovanými proměnnými existuje určitý vztah, což dokazuje koeficient korelace. Ten má hodnotu 0,63 a je statisticky významný na hladině významnosti menší než 0,01, takže mezi proměnnými existuje pozitivní střední stupeň závislosti. Tato skutečnost je obecně

předpokládána, ovšem na základě korelační analýzy nelze vysledovat kauzální vliv výdajů na výzkum a vývoj na ekonomický růst, to bude předmětem další analýzy.

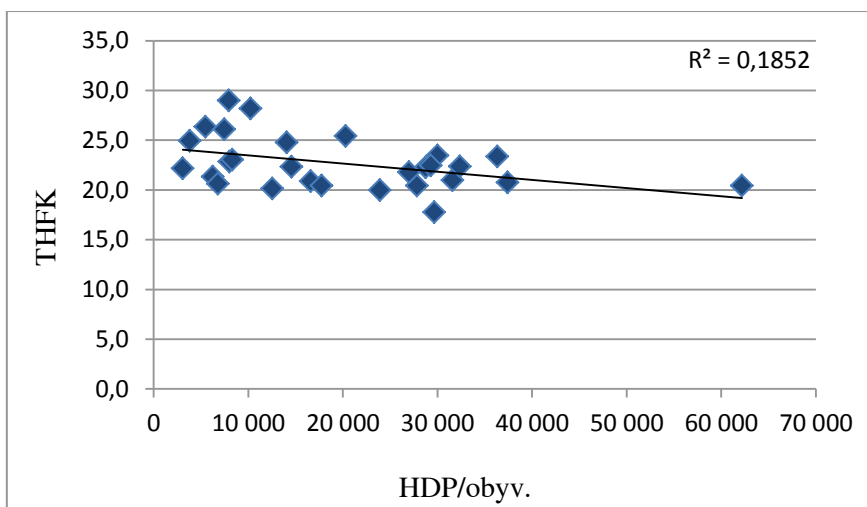
Graf 4.9: Vztah mezi HDP na obyvatele a GERD v % HDP.



Zdroj: Eurostat (2015, e); vlastní úprava.

Vzájemnou závislost mezi zásobou fyzického kapitálu, tedy tvorbou hrubého fixního kapitálu a HDP na obyvatele znázorňuje graf 4.10, přičemž lze na první pohled zpozorovat záporný vztah mezi těmito dvěma veličinami. Koeficient korelace má hodnotu -0,43, což značí mírný stupeň vzájemné negativní závislosti na hladině významnosti menší než 0,05. Čím vyšší je ekonomická úroveň dané země, tím nižší je podíl tvorby hrubého fixního kapitálu na hrubém domácím produktu. To může být způsobeno nižšími investicemi do fixního kapitálu v zemích s vysokou ekonomickou úrovní z důvodu možné nasycenosti trhu dlouhodobým hmotným majetkem a zaměřením na investice do nehmotného majetku, oběžného majetku nebo znalostí.

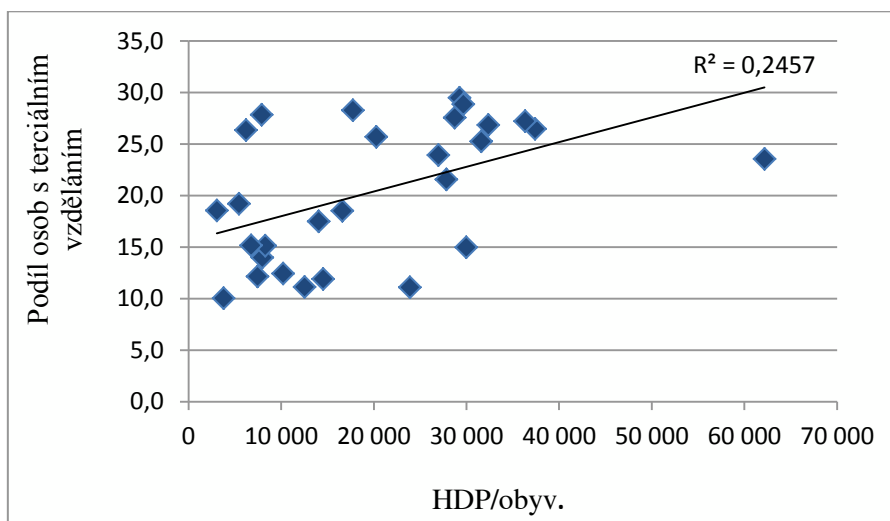
Graf 4.10: Vztah mezi HDP na obyvatele a tvorbou hrubého fixního kapitálu v % HDP.



Zdroj: Eurostat (2015, e); vlastní úprava.

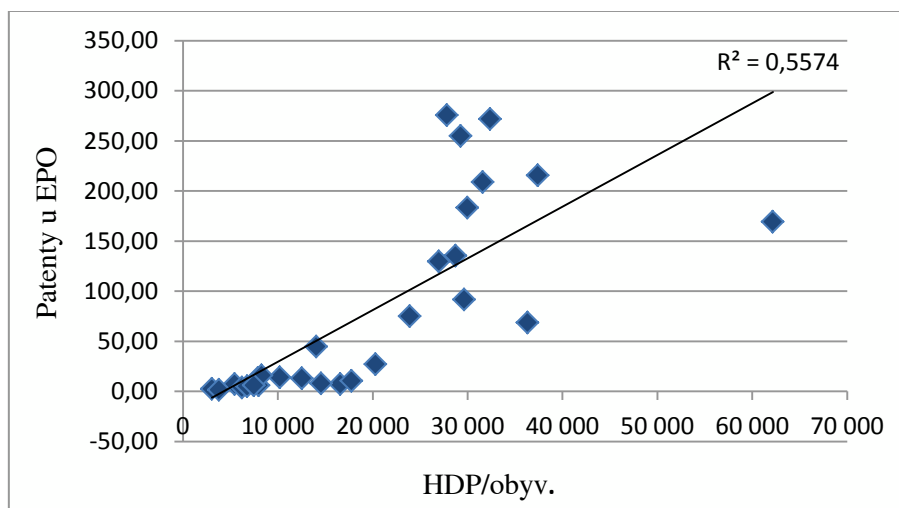
Naopak tomu bude u vztahu mezi HDP na obyvatele a podílem populace ve věku 15 až 64 let s dosaženým terciálním vzděláním, jež zachycuje graf 4.11. Koeficient korelace vyšel s hodnotou téměř 0,5 na hladině významnosti menší než 0,01. Lze tedy konstatovat, že mezi ekonomickou úrovní a lidským kapitálem existuje mírný až střední pozitivní závislost. Vyšší podíl vysokoškolsky vzdělaných lidí je doprovázen vyšším HDP na obyvatele a naopak.

Graf 4.11: Vztah mezi HDP na obyvatele a lidským kapitálem.



Zdroj: Eurostat (2015, e); vlastní úprava.

Graf 4.12: Vztah mezi HDP na obyvatele a počtem patentových přihlášek na milion obyvatel.



Zdroj: Eurostat (2015, e); vlastní úprava.

Vztah mezi patentovými přihláška u EPO a HDP na obyvatele je znázorněn v grafu 4.12. Koeficient korelace má ze sledovaných vztahů nejvyšší hodnotu a to téměř 0,76 na hladině významnosti menší než 0,01, takže se jedná o silnou pozitivní závislost mezi těmito proměnnými. Vyšší počet podaných patentových přihlášek na milion obyvatel je tedy charakteristický pro země s vyšší úrovní HDP na obyvatele, to platí pro Německo, Finsko a Švédsko.

Z tabulky 4.2 plyne, že korelační analýza panelových dat potvrdila statistickou významnost všech korelačních koeficientů. Hodnoty Pearsonova korelačního koeficientu vypočítaného z panelových dat se výrazně neliší od hodnot získaných z analýzy ze zprůměrovaných hodnot proměnných za sledované období. Nejsilnější vzájemný pozitivní vztah byl detekován mezi proměnnými GERD a patenty, což je předpokládané, protože země s vysokými výdaji na výzkum a vývoj mají skutečně vyšší počty podaných patentových přihlášek. Tato skutečnost však vytváří kolinearitu mezi těmito dvěma vysvětlujícími proměnnými. Poměrně vysoká pozitivní závislost je zřejmá také mezi GERD a lidským kapitálem. To může být způsobeno tím, že v zemích, ve kterých plynou významné investice do výzkumu a vývoje, mohou existovat incentive ke studiu vysokoškolských oborů směřujících právě do různých oblastí výzkumu a vývoje. Mezi ostatními vysvětlujícími proměnnými je vzájemný vztah záporný nebo velice slabý.

Tab. 4.3: Korelační analýza panelových dat.

	HDP	GERD	THFK	LK	Patenty
HDP	1				
GERD	0,6141	1			
Sig.	0,0000				
THFK	-0,2727	-0,1619	1		
Sig.	0,0000	0,0004			
LK	0,4562	0,4588	-0,2534	1	
Sig.	0,0000	0,0000	0,0000		
Patenty	0,7393	0,8895	-0,2188	0,4126	1
Sig.	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	

Zdroj: Vlastní zpracování

4.4 Panelová regresní analýza

V této části práce bude ekonometricky analyzován vliv investic do výzkumu a vývoje na ekonomický růst pomocí panelové regresní analýzy. Podle Nováka (2007) lze analýzu panelových dat definovat jako studium jednotlivých subjektů (jednotlivců, domácností, podniků, regionů, států) a jejich vzájemných vztahů, u kterých se provádí zjišťování charakteristických znaků a jejich následné hlubší prozkoumávání. Panelovými daty se také rozumí soubor jednotek, které si jsou nějakou charakteristickou vlastností velmi podobné nebo příbuzné (osoby, domácnosti, firmy, geografické oblasti apod.), na kterých se provádí souvislý výzkum. Panelovým souborem může být například celá populace, nebo náhodně vygenerovaný soubor. Zkoumání panelových dat využívá modelového způsobu řešení, ve kterém se objevují prvky analýzy časových řad i prvky regresní analýzy zároveň. Panelová analýza pak představuje modelování, které mnohonásobně zhodnocuje získané informace o nějaké skutečnosti. Z důvodu krátké historie užívání a vysoké náročnosti není tento druh analýzy ještě komplexně teoreticky podrobně popsán.

Panelová regresní analýza má však oproti samotným průřezovým analýzám nebo analýzám časových řad několik výhod. Jednou z nich je existence přesnějšího odvození parametrů modelu z důvodu obsažení více stupňů volnosti, větší variability vzorku než v samotných průřezových údajích a snížené kolinearity mezi vysvětlujícími proměnnými, což zvýší účinnost ekonometrického odhadu. Jak již bylo uvedeno, tato metoda zahrnuje dva rozměry a to průřezovou složku a časovou složku, což se projeví ve vyšší náročnosti výpočtu panelových odhadů, ale ve skutečnosti panelová analýza vhodněji zachytí dynamiku změn v proměnných a může tak zjednodušit a zpřesnit utváření závěrů o daném řešeném problému. Panelová data dokáží také lépe absorbovat chybějící proměnné a lépe kontrolovat proměnné neměnné v čase a proměnné, které by se v modelech časových řad nebo průřezových modelech nedaly použít (Hsiao, 2007).

Panelová regresní analýza je provedena za pomoci metody nejmenších čtverců, přičemž se v rámci panelové regresní analýzy využívají dále metody fixních a náhodných efektů. Fixní efekt znamená, že pro každou zemi se vytvoří specifická úrovněová konstanta. Pokud je individuální nebo specifická proměnná nepozorovatelná, pak koeficient beta vypočítaný metodou nejmenších čtverců je neobjektivní a nekonzistentní z důvodu vynechané úrovněové proměnné. Model s fixními efekty bere každý individuální efekt jako skupinovou specifickou konstantu v regresním modelu, která se nemění v průběhu času. Model náhodných efektů znamená to, že velká část faktorů, které mají vliv na závislou proměnnou a

zároveň nejsou součástí nezávislých proměnných, jsou zahrnuty do faktoru vyjadřujícího náhodné výkyvy. Náhodný efekt určuje, která skupina náhodných prvků vstupuje do regrese v každém období. Každý subjekt se chová neodhadnutelným způsobem a dané zemi se proto přiřadí náhodná složka (Hsiao, 2007; Novák, 2007).

Analýza vlivu výdajů na výzkum a vývoj na ekonomický růst bude provedena ve statickém programu STATA na celém vzorku zemí za období 1998 až 2014 za použití panelové regresní analýzy a následně pomocí zobecněné metody momentů GMM pro dynamický panelový model. Dále jsou pro analýzu uváděného vlivu vytvořeny dva modely z důvodu možné významné kolinearity mezi proměnnými GERD a patentové přihlášky. Podle Hančlové (2012) vysoká korelace regresorů může způsobit zkreslení statistických testů a odhady parametrů regresního modelu tak mají velký rozptyl a kovarianci, což vede k chybnému testování hypotéz.

4.4.1 Modely se zahrnutím GERD

Nejprve bude provedena analýza vlivu výdajů na výzkum a vývoj na celém vzorku zemí, tedy ve všech zemích EU-28. Panelová regresní analýza vychází z rovnice, která je upravena podle Romerova přístupu k ekonomickému růstu. Lineární model je formulován následující rovnicí:

$$\ln HDP_{it} = \beta_0 + \beta_1 \cdot \ln GERD_{it} + \beta_2 \cdot \ln THFK_{it} + \beta_3 \cdot \ln LK_{it} + \beta_4 \cdot trend_{it} + u_{it}, \quad (4.1)$$

kde $\ln HDP_{it}$ je vysvětlovanou proměnnou reálný HDP na obyvatele v paritě kupní síly v čase t v zemi i , ($t = 1998, \dots, 2014$; $i = 1, \dots, 28$),

β_0 - regresní parametr úrovně konstanty,

$\beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4$ - dílčí regresní parametry sklonu. Tyto koeficienty udávají odhad, jak by se změnila hodnota vysvětlované proměnné, když se změní určitá vysvětlující proměnná, za předpokladu konstantní úrovně ostatních nezávisle proměnných,

$\ln GERD_{it}$ - vysvětlující proměnná celkové výdaje na výzkum a vývoj v % HDP,

$\ln THFK_{it}$ - vysvětlující proměnná fyzický kapitál vyjádřený jako hrubá tvorba fixního kapitálu v % HDP,

$\ln LK_{it}$ - vysvětlující proměnná lidský kapitál vyjádřený jako podíl populace s dosaženým vysokoškolským vzděláním,

$trend_{it}$ - časový ukazatel značící jednotlivé roky k odstranění vlivu ekonomického cyklu,

u_{it} - náhodná složka.

Nejdříve bude provedena analýza s ukazateli vyjádřenými v tempech růstu s tím, že vysvětlující proměnné jsou zpožděny o dvě období. Celý model je následně převeden do logaritmické podoby. Dle uvedené rovnice byly vypočítány odhady pro lineární panelový regresní model s náhodnými efekty, jelikož fixní efekty zemí jsou již zahrnuty v diferencích proměnných.

Dále je v rámci ekonometrické analýzy provedeno testování na přítomnost autokorelace, což je sériová závislost náhodné složky na svých zpožděných hodnotách. Příčiny autokorelace mohou být například: setrvačnost ve vývoji ekonomických veličin, chybná specifikace modelu, chyby v měření, nesprávně nastavené zpoždění u vysvětlujících proměnných nebo nesprávně transformovaná výběrová data. V důsledku pak přítomnost autokorelace může znamenat to, že odhady jsou nestrané a konzistentní, a testy statistické významnosti jsou zkresleny (Hančlová, 2012). Identifikace autokorelace reziduální složky je v panelových datech provedena prostřednictvím Breusch-Pagan LM testu a Pesaran cross-sectional testu sériové nezávislosti. Pokud hodnota pravděpodobnosti těchto obou testů má hodnotu větší než 0,05, nevyskytuje se sériová závislost reziduí. Pokud je hodnota pravděpodobnosti menší než 0,05, vyskytuje se sériová závislost reziduí, kterou je třeba odstranit. Hoechle (2007) doporučuje v modelu využít Driscoll-Kraay metodu standardní odchylky. Tato metoda zavádí neparametrický odhad kovarianční matice, je dobře kalibrovaná a efektivní za přítomnosti sériové závislosti reziduí. Mimo autokorelace metoda předpokládá i možnost výskytu heteroskedasticity a snaží se ji také eliminovat. Ovšem tato metoda se dá použít pouze pro model s fixními efekty.

Výsledky provedených testů na výskyt autokorelace ukazují, že hodnota pravděpodobnosti obou testů je menší než 0,05, což dokazuje výskyt sériové závislosti reziduí. Průměrná hodnota koeficientu této korelace je přitom téměř 0,5, což značí střední stupeň závislosti.

Testování heteroskedasticity je další bod ekonometrické verifikace a obecně znamená porušení předpokladu konstantního a konečného rozptylu náhodné složky při užití metody nejmenších čtverců. Mezi příčiny heteroskedasticity patří pozorování nehomogenních jednotek, odlehlá pozorování, chybná specifikace regresního modelu, výskyt chyb v měření dat, nevhodná transformace apod. V případě přítomnosti heteroskedasticity v reziduální složce regresního modelu jsou odhadnuté standardizované koeficienty zkreslené a nejsou

vydatné (Hančlová, 2012). Heteroskedasticita by měla být odstraněna pomocí robustní korekce standardní chyby odhadu. Robustní regresní analýza je určena k obcházení některých omezení parametrických a neparametrických metod, odolává odchylkám od normálního rozdělení a je odolná proti nesprávné specifikaci podmíněného rozptylu (Greene, 2002).

Odhady koeficientů panelového regresního modelu s náhodnými efekty se zahrnutím robustních standardních odchylek vyšly statisticky významné a tímto lze k nim přihlídnout. Koeficient determinance vyšel s hodnotou 0,1742, což znamená, že 17, % variability reálného hrubého domácího produktu na obyvatele je možné vysvětlit panelovým regresním modelem s náhodnými efekty a zbytek je dán náhodnou složkou. F test následně potvrdil statistickou významnost celého modelu. Výslednou rovnici tohoto modelu lze zapsat následovně:

$$\ln HDP_{it} = 11,5 + 0,06 \ln GERD_{it} + 0,06 \ln THFK_{it} + 0,0024 \ln LK_{it} - 0,0037 \text{ trend}_{it} + u_{it}, \quad (4.2)$$

Regresní parametr β_2 má hodnotu 0,06 a vyjadřuje, že při růstu celkových výdajů na výzkum a vývoj o jedno procento se zvýší růst reálného HDP na obyvatele o 6 %. Dále zvýší-li se růst tvorby hrubého fixního kapitálu v procentech HDP o jedno procento, zvýší se růst reálného HDP na obyvatele o 6 % a při zvýšení růstu podílu populace s ukončeným vysokoškolským vzděláním o jedno procento, poroste růst reálného HDP na obyvatele o 0,24 %, to vše za jinak neměnných okolností. Z uvedeného plyne, že nejsilnější vliv na HDP na obyvatele má fyzický kapitál a celkové výdaje na výzkum a vývoj. Lidský kapitál má vliv na HDP na obyvatele nejnižší ale stále pozitivní, což je v souladu s endogenními teoriemi ekonomického růstu. Vysvětlením může být to, že pro zachycení lidského kapitálu není zvolena odpovídající a nejvhodnější proměnná. Jak již bylo uvedeno, lidský kapitál zachycuje především kvalitativní aspekty, které musí být pro účely analýzy vyjádřeny kvantitativně.

Dynamické modelování panelových dat s proměnnou GERD

Dynamické modely panelových dat slouží k zachycení dynamických procesů ekonomických veličin a umožňují popsat probíhající procesy v čase. Tímto vniká požadavek na některé vlastnosti týkající se náhodných složek jako například nulová střední hodnota náhodných chyb, konstantní rozptyl pro všechna pozorování v čase a nulová autokovariance náhodných chyb (Novák, 2007). V této práci bude využita odhadová technika používající zobecněnou momentovou metodu GMM za pomoci Arellano-Bond estimátoru. Ten určuje, že další instrumentální proměnné mohou být získány v dynamickém modelu panelových dat, jestliže se využije podmínky kolmosti, která existuje mezi zpožděnými hodnotami

vysvětlované proměnné a náhodnou složkou. Arellano-Bond estimátor pracuje s prvními diferencemi k odstranění individuálních efektů a používá všechny zpožděné informace o vysvětlované proměnné (Baltagi, 2013). Zpožděná hodnota vysvětlované proměnné o jedno období je zde uvedena jako $\ln HDP_{i,t-1}$, celý model je dále převeden do logaritmické podoby. Rovnice pro GMM má pak následující podobu:

$$\ln HDP_{it} = \beta_0 + \ln HDP_{i,t-1} + \beta_1 \cdot \ln GERD_{it} + \beta_2 \cdot \ln THFK_{it} + \beta_3 \cdot \ln LK_{it} + \beta_4 \cdot \text{trend}_{it} + u_{it}, \quad (4.3)$$

Odhad pomocí Arellano-Bond estimátoru se zahrnutím endogenních proměnných GERD, fyzický kapitál a lidský kapitál zpožděné o jedno období vyšly statisticky významné na hladině významnosti nižší než 0,1, kromě proměnné lidský kapitál. Ovšem následně provedený Sarganův test nadbytečné identifikace vyšel s hodnotou pravděpodobnosti nižší než 0,05, což znamená, že se nepotvrdila správnost použité metody. Proto dále byl učiněn odhad pomocí Arellano-Bover, Blundell a Bond estimátoru, který je navržen pro odhad používající přídatné momentové podmínky, ve které jsou zpožděné rozdíly závisle proměnné kolmé na úroveň jejich odchylek. Tato metoda je založena na dvoukrokovém Arellano-Bond estimátoru a bere v úvahu jednoduchý autoregresivní panelový model bez exogenních regresorů (Baltagi, 2013). Výsledné koeficienty pomocí tohoto odhadu vyšly statisticky významné na hladině významnosti nižší než 0,01 kromě koeficientu pro lidský kapitál, který vyšel statisticky nevýznamný. Následně provedený Sarganův test potvrdil správnost použité metody, jak je znázorněno v příloze.

Na základě Arellano-Bover, Blundell a Bond estimátoru lze tvrdit, že při růstu GERD o jedno procento se zvýší růst reálného HDP na obyvatele o 7,44 % a při vzrůstu tvorby hrubého fixního kapitálu o jedno procento, zvýší se růst reálného HDP na obyvatele o 10,3 %. Hodnoty koeficientů hrubé tvorby fixního kapitálu utvořené pomocí metody GMM tak nejsou zcela podobné hodnotám vypočítaných koeficientů pomocí regrese s náhodnými efekty, ovšem u proměnné GERD shoda existuje.

4.4.2 Modely se zahrnutím patentů

Další analýza zkoumá vliv patentové aktivity v rámci technologického pokroku a výzkumných a vývojových činností na ekonomický růst. Nejprve bude provedena panelová regresní a ekonometrická analýza na vzorku zemí EU-28. Podobně jako v předchozí analýze se vychází z upravené produkční funkce:

$$\ln HDP_{it} = \beta_1 + \beta_2 \cdot \ln Patenty_{it} + \beta_3 \cdot \ln THFK_{it} + \beta_4 \cdot \ln LK_{it} + \beta_5 \cdot trend_{it} + u_{it}, \quad (4.3)$$

kde jsou proměnné stejně sestaveny jako v předešlém modelu, ale investice do výzkumu a vývoje zaujímá vysvětlující proměnná patenty. $\ln Patenty_{it}$ značí počet patentových přihlášek u EPO na milion obyvatel v čase t a v zemi i , ($t = 1998, \dots, 2014$; $i = 1, \dots, 28$). Stejně tak jsou pro vysvětlovanou a vysvětlující proměnné vypočítána tempa růstu a vysvětlující proměnné jsou zpožděny o dvě období, následně je celý model převeden do logaritmické podoby.

U celého vzorku zemí, tedy EU-28, po provedené panelové regresní analýze s náhodnými efekty se zahrnutím robustních odchylek vyšly standardizované koeficienty pro většinu proměnných statisticky nevýznamné, takže nelze z tohoto odhadu vytvořit závěry o zkoumaném vlivu. To může být způsobeno velkým rozptylem hodnot proměnné patenty, kdy některé země podaly za rok okolo 300 patentových přihlášek na milion obyvatel a jiné země například pouze dvě. Proto je dále zkoumán vzorek zemí EU, které alespoň v jednom roce ze sledovaného období 1998 - 2014 dosáhly nadprůměrné hodnoty reálného HDP na osobu, tedy více než 20 tisíc euro. Jedná se o vyspělé země v západní části EU, většinou zakládající a později přistoupené státy k Evropskému společenství, kde existuje předpoklad silného pozitivního vlivu patentových přihlášek na ekonomický růst (Belgie, Dánsko, Německo, Irsko, Španělsko, Francie, Itálie, Lucembursko, Nizozemí, Rakousko, Finsko, Švédsko a Velká Británie).

Pravděpodobnost u provedeného Hausmanova testu vyšla vyšší než 0,05, takže lze opět použít pro následné ekonometrické testování model s náhodnými efekty. Pesaran cross-sectional test detekoval autokorelaci s průměrnou středně silnou závislostí reziduí. Rovněž se v tomto modelu objevuje heteroskedasticita, která je následně redukována robustním odhadem modelu.

Výsledné odhady koeficientů modelu pro vzorek 13 zemí EU vyšly statisticky významné na hladině významnosti nižší než 0,1, kromě koeficientu pro tvorbu fyzického kapitálu, který vyšel statisticky nevýznamný. Celý model je statisticky významný s hodnotou koeficientu determinance 0,2597, takže výsledný model je vysvětlován z 26 %. Dosazením regresních koeficientů do modelu lze získat výslednou rovnici:

$$\ln HDP_{it} = 9,52 + 0,037 \ln Patenty_{it} + 0,023 \ln THFK_{it} + 0,002 \ln LK_{it} - 0,002 trend_{it} + u_{it}, \quad (4.4)$$

Při zvýšení růstu počtu patentových přihlášek u EPO na milion obyvatel o jedno procento se zvýší růst reálného HDP na obyvatele o 3,7 %. Hodnota koeficientu vysvětlující proměnné lidský kapitál vyšel podobný jako v předchozím modelu. Zvýšení růstu podílu osob s dosaženým vysokoškolským vzděláním o jedno procento zvýší růst HDP na obyvatele o 0,2 % za jinak neměnných okolností.

Dynamické modelování panelových dat s proměnnou patentové přihlášky

Stejně jako u předchozího dynamického modelu je zahrnuta do rovnice zpožděná proměnná HDP na obyvatele a celý model je zlogaritmován. Nejprve byly učiněny odhady pomocí Arellano-Bond estimátoru pro daný model:

$$\ln HDP_{it} = \beta_0 + \ln HDP_{i,t-1} + \beta_1 \cdot \ln Patenty_{it} + \beta_2 \cdot \ln THFK_{it} + \beta_3 \cdot \ln LK_{it} + \beta_4 \cdot trend_{it} + u_{it}, \quad (4.5)$$

Sarganův test nadbytečné identifikace vyšel s hodnotou pravděpodobnosti rovněž nižší než 0,05, což znamená, že se nepotvrdila správnost použité metody. Odhad pomocí Arellano-Bover, Blundell a Bond estimátoru vykázal koeficienty statisticky významné na hladině významnosti nižší než 0,01 kromě koeficientu pro lidský kapitál, který vyšel statisticky nevýznamný podobně jako u předchozích modelů. Celý model však vyšel statisticky významný. Sarganův test poté potvrdil správnost použité metody. Na základě výsledků lze tvrdit, že při růstu počtu patentových přihlášek na milion obyvatel o jedno procento, zvýší se růst reálného HDP na obyvatele o 4,5 %. Růst fyzického kapitálu o jedno procento je doprovázen růstem reálného HDP na obyvatele o 7,4 %. Hodnota koeficientu proměnné patenty vyšla podobná jako u regrese s náhodnými efekty, takže existuje jistá shoda v modelech.

4.4.3 Shrnutí

Vytvořené modely obsahovaly vysvětlující proměnné lidský kapitál, fyzický kapitál, celkové výdaje na výzkum a vývoj v procentech HDP nebo počet patentových přihlášek. Podle Hausmanova testu byly vybrány modely s náhodnými efekty a následně ekonometricky testovány, přičemž byl odstraněn problém autokorelace a heteroskedasticity. První provedená panelová regresní analýza s použitím modelu s náhodnými efekty prokázala pozitivní vliv celkových výdajů na výzkum a vývoj na ekonomickou úroveň na celém vzorku zemí Evropské unie. Fyzický kapitál měl v tomto modelu na ekonomickou úroveň podobně silný vliv. Možnou příčinu tohoto stavu lze přičítat stále výstavbě infrastruktury, center nebo

laboratoří ve kterých je prováděn výzkum a vývoj, což zaměstnává více prostředků a pracovní síly v ekonomice než samotné výzkumné a vývojové činnosti a tímto mají na ekonomickou úroveň vysoký vliv a to i přes klesající trend podílu tvorby fyzického kapitálu na HDP. Vliv jednotlivých složek GERD, tedy soukromé a veřejné investice do výzkumu a vývoje, nebylo možno zvláště zkoumat z důvodu statistické nevýznamnosti těchto ukazatelů pro regresní analýzu. I přes to lze tvrdit, že celkově GERD se významným způsobem podílí na stimulaci ekonomického růstu ve zde zkoumaných zemích. V další panelové regresní analýze rovněž s použitím modelu s náhodnými efekty nahradila GERD proměnná patentové přihlášky u EPO na milion obyvatel, jakožto alternativní aproximátor technologických změn, pokroku a výzkumných a vývojových činností. Podobně jako v předchozím se ukázal jako vhodný model s náhodnými efekty a proběhlo testování na autokorelaci a heteroskedasticitu, ovšem většina koeficientů proměnných vyšla statisticky nevýznamná. Proto dále byla provedena regresní analýza na vzorku 13 zemí EU s nadprůměrným reálným HDP na obyvatele ve sledovaném období. Tyto země se vyznačují vysokými počty podaných patentových přihlášek. V následné analýze byl prokázán pozitivní vliv patentových přihlášek na HDP na obyvatele, tak jako u celkových výdajů na výzkum a vývoj. Stejně tak byl zjištěn podobně slabý vliv lidského kapitálu na ekonomický růst, což je v souladu s teoriemi endogenního ekonomického růstu. Takto slabý vliv může být přičítán tomu, že může velice dlouhou dobu trvat přenos výhod z dosaženého vysokoškolského vzdělání na produktivitu výrobních faktorů a následně na samotný produkt v dané zemi.

Dále na provedené regrese navazovala analýza dynamických panelových dat prostřednictvím zobecněné metody momentů obsahující Arellano-Bond a Arellano-Bover, Blundell a Bond estimátory. Výsledky zjištěné pomocí Arellano-Bover, Blundell a Bond estimátoru pro model s celkovými výdaji na výzkum a vývoj a pro model s patentovými přihláškami potvrdily pozitivní vliv těchto agregátů na ekonomický růst. Stejně tak vliv tvorby fyzického kapitálu na HDP na obyvatele byl zjištěn silnější. Ani v jednom z uvedených odhadů nevyšla proměnná pro lidský kapitál statisticky významná. Proto byly pro tuto proměnnou data nahrazeny hodnotami podílu populace s dosaženým středoškolským vzděláním (ISCED úroveň 3-4), ovšem odhady s těmito daty vyšly rovněž statisticky nevýznamné. Vhodný aproximátor pro lidský kapitál tedy není lehké podchytit. Celkové výsledky všech provedených panelových analýz jsou zachyceny v tabulce 4.3, kde $\ln HDP/p.c.$ je vysvětlovaná proměnná, R^2 vyjadřuje koeficient determinance, I počet zemí v daném vzorku a N počet pozorování. V prvním sloupci (Random effect models) jsou zachyceny

výsledné atributy pro regresní panelové modely s náhodnými efekty pro období 1998 až 2014. Druhý sloupec stejně tak obsahuje výsledné údaje panelové regresní analýzy s náhodnými efekty, ovšem pro údaje zprůměrované po pětiletých intervalech. To znamená, že pro regresní analýzu jsou vytvořeny ke každé zemi tři časová období, která obsahují pětiletý interval. V porovnání se hodnoty koeficientů pro GERD a patenty výrazně neliší od standardní panelové regresní analýzy pro celé období 1998 až 2014.

Tab. 4.3: Souhrnná tabulka provedených panelových regresních analýz.

	Random effects models		Random effects models, (průměry)		GMM	
lnHDP/p.c.						
Konstanta	11,55*** (0,856)	9,52*** (1,336)	3,96*** (0,048)	3,82*** (0,312)	7,37*** (1,215)	6,00*** (0,763)
lnHDP _{i,t-1}					0,91*** (0,018)	0,87*** (0,017)
lnGERD	0,058* (0,032)		0,02 (0,058)		0,074*** (0,004)	
lnPatenty		0,0367* (0,018)		0,044*** (0,008)		0,045*** (0,004)
lnTHFK	0,059*** (0,022)	0,0224 (0,059)	0,26*** (0,048)	0,217*** (0,047)	0,10*** (0,009)	0,074*** (0,009)
lnLK	0,0024*** (0,001)	0,0015*** (0,000)	-0,13** (0,057)	-0,088** (0,045)	-0,05 (0,006)	-0,009 (0,006)
Trend	-0,0037*** (0,000)	-0,0025*** (0,000)			-0,003*** (0,001)	-0,002*** (0,000)
R ²	0,17	0,26	0,42	0,48		
I	28	13	28	28	28	28
N	476	221	84	84	448	448

Zdroj: Vlastní zpracování.

Pozn.: *** - < 1% hladina významnosti, ** - < 5% hladina významnosti, * - < 10% hladina významnosti; v závorkách jsou uvedeny robustní standardní odchylky.

5 Závěr

Cíle této diplomové práce, tedy zhodnocení vlivu investic do výzkumu a vývoje na ekonomický růst, bylo dosaženo prostřednictvím panelové regresní analýzy, již předcházela rešerše empirické literatury, deskriptivní a korelační analýzy a komparativní metody. Každá z těchto uvedených metod má své opodstatnění a je důležitá v návaznosti na každou další využitou metodu. Jako základ pro zkoumání vlivu investic do výzkumu a vývoje sloužila první kapitola, která poskytovala teoretický rámec zde rozebírané problematiky. Primárně se vycházelo z odborné české a zahraniční literatury a z Frascati manuálu, který rozděluje výzkum na základní, aplikovaný a experimentální, přičemž každý má své zvláštní charakteristiky. Další část kapitoly se věnovala teoriím ekonomického růstu, kde je popsán Solowův model růstu a následně endogenní teorie růstu, které považují technologický pokrok za hlavní motor ekonomického růstu a zahrnují do modelů i lidský kapitál. Na konci kapitoly je nastíněn postoj Evropské unie k výzkumu a vývoji, její strategie a cíle. Celá další kapitola je věnována rešerši empirické literatury na téma výzkum a vývoj, inovace a ekonomický růst či růst produktivity. Většina autorů jako metodu výzkumu ve svých pracích využila panelovou regresní analýzu a shoduje se na tom, že celkové a soukromé výdaje na výzkum a vývoj pozitivně ovlivňují ekonomický růst spíše ve vyspělejších a rozvinutých zemích, ovšem působení těchto investic na produkt je možno sledovat s různě velkým časovým zpožděním. Několik autorů se přiklání k tomu, že nejvhodnějším ukazatelem technologických změn jsou celkové výdaje na výzkum a vývoj v procentech hrubého domácího produktu. Ovšem mezi autory nepanuje shoda v tom, jak vládní výdaje na výzkum a vývoj ovlivňují ekonomický růst, i když se všichni přiklání k tomu, že tyto vládní výdaje mají produktivní charakter. Mnoho autorů také upozorňuje na nezbytnost zajištění patentové politiky pro technologický pokrok a inovace.

V poslední kapitole je uvedena samotná analýza vlivu výdajů na výzkum a vývoj na ekonomický růst. Nejprve je popsán model pro analýzu, ze kterého se vychází a následně metodologický popis zvolených proměnných. Ekonomickou úroveň v modelu představuje reálný hrubý domácí produkt na obyvatele v paritě kupní síly. Hlavní vysvětlující proměnnou jsou dle doporučení autorů empirických prací zvoleny celkové výdaje na výzkum a vývoj v procentech hrubého domácího produktu vyjadřující investice do technologického pokroku. Další proměnné jsou patentové přihlášky u Evropského patentového úřadu na milion obyvatel, tvorba hrubého fixního kapitálu v procentech hrubého domácího produktu a podíl populace s dosaženým terciálním vzděláním jako zástupce pro lidský kapitál. Z provedené

deskriptivní a komparativní analýzy bylo zřejmé, že ve většině zemí Evropské unie jsou investice do výzkumu a vývoje hrazeny více ze soukromých zdrojů. Významná část těchto investic plyne v současnosti do automobilového průmyslu a také high-tech odvětví, do kterého patří farmaceutický a biotechnologický průmysl, nanotechnologie, výpočetní technologie a vývoj software. Jedním z cílů strategie Evropy 2020 je dosáhnout 3 % výdajů na výzkum a vývoj v procentech HDP do roku 2020, ovšem tento cíl je pouze rámcový a členské státy si volí vlastní cíle podle vlastních potřeb a ekonomických možností. Za pomoci grafické analýzy bylo zjištěno, že výdaje na výzkum a vývoj ve sledovaném období ve většině členských států rostly a je pravděpodobné, že se alespoň přiblíží stanoveným cílům. Na základě porovnání údajů o patentových přihláškách u Evropského patentového úřadu a uděleními patenty Úřadem průmyslového vlastnictví ve Spojených státech si lze všimnout analogie zemí s vysokou patentovou aktivitou. Dále byla provedena korelační analýza zprůměrovaných hodnot a následně panelových dat využitých proměnných, prostřednictvím které byla zjištěna pozitivní středně silná závislost mezi ekonomickou úrovní a výdaji na výzkum a vývoj, stejně tak silná pozitivní závislost mezi ekonomickou úrovní a patentovými přihláškami. Vztah mezi lidským kapitálem a HDP na obyvatele byl shledán rovněž pozitivní a středně silný, ale mezi fyzickým kapitálem a ekonomickou úrovní vyšel mírný stupeň vzájemné negativní závislosti.

V poslední části kapitoly je provedena samotná panelová regresní analýza vlivu výdajů na výzkum a vývoj na ekonomický růst. První vytvořený model obsahoval vysvětlující proměnné lidský kapitál, fyzický kapitál a celkové výdaje na výzkum a vývoj v procentech HDP. Získané výsledky robustním odhadem panelového regresního modelu s náhodnými efekty potvrdily předpoklad pozitivního vlivu celkových investic do výzkumu a vývoje na ekonomický růst v zemích Evropské unie. Stejný vliv má na ekonomický růst také tvorba fyzického kapitálu, což je možné vysvětlit tím, že i výstavba infrastruktury, center nebo laboratoří, ve kterých je prováděn výzkum a vývoj, zaměstnává více prostředků a pracovní síly v ekonomice než samotné výzkumné a vývojové činnosti a tímto má tvorba fyzického kapitálu na ekonomickou úroveň stále poměrně vysoký vliv, a to i přes klesající trend podílu tvorby fyzického kapitálu na HDP. V dalším modelu byla namísto ukazatele GERD umístěna proměnná patentové přihlášky na milion obyvatel z důvodu významné kolinearitě mezi těmito proměnnými. Podobně jako v předchozím případě se ukázal jako vhodný model s náhodnými efekty, ovšem většina odhadů vyšla statisticky nevýznamná. Z tohoto důvodu bylo přistoupeno k regresní analýze s náhodnými efekty vzorku třinácti vyspělých zemí EU, které

dosahovaly ve sledovaném období nadprůměrných hodnot reálného HDP na obyvatele, tedy více než 20 000 euro na osobu. Těchto třináct vybraných zemí se vyznačuje vysokým počtem podaných patentových přihlášek a existuje tak předpoklad významného vlivu vytvořených inovací v podobě patentových přihlášek na ekonomický růst. Výsledné koeficienty potvrdily pozitivní vliv podaných patentových přihlášek na ekonomický růst v zemích EU s nadprůměrným reálným HDP na obyvatele. Velice slabý vliv lidského kapitálu na ekonomický růst lze vysvětlit například tím, že může velice dlouhou dobu trvat přenos výhod a poznatků z dosaženého vysokoškolského vzdělání na produktivitu výrobních faktorů a následně na celkový produkt v dané zemi. Zkoumání vlivu investic do výzkumu a vývoje na ekonomický růst může zajisté ovlivnit také efekt přelévání mezi zeměmi, který ovšem není lehké podchytit a není tak zahrnut do analýzy. Na výše uvedené regrese navazovala analýza dynamických panelových dat GMM. Za použití Arellano-Bover, Blundell a Bond estimátoru pro model s celkovými výdaji na výzkum a vývoj a pro model s patentovými přihláškami byl potvrzen pozitivní vliv těchto agregátů na ekonomický růst. Stejně tak vliv tvorby fyzického kapitálu na ekonomický růst se jevil jako pozitivní a statisticky významný. Ani v jednom z uvedených odhadů nevyšla proměnná pro lidský kapitál statisticky významná, ani za použití dat o podílu populace s dosaženým středoškolským vzděláním ve věku 15-64 let. Vhodný aproximátor pro lidský kapitál tedy není lehké podchytit, protože lidský kapitál zachycuje především kvalitativní aspekty, ovšem ty musí být pro účely analýzy vyjádřeny kvantitativně

Celkově lze konstatovat, že v této práci byl potvrzen významný vliv investic do výzkumu a vývoje a podaných patentových přihlášek na ekonomický růst. Každá země požadující udržitelný a stabilní ekonomický růst by se měla zasazovat o podporu investic do všech oblastí výzkumu a vývoje, tedy do základního, aplikovaného i experimentálního. Také záleží na tom, do jakých sektorů hospodářství převážně plynou vládní a soukromé prostředky na výzkum a vývoj. Například je-li poměr vládních prostředků vyšší u sektoru obrany, jak je tomu ve Velké Británii nebo Francii, nemusí to znamenat nic špatného. Vždyť právě armádní výzkum má spolu s kosmickým výzkumem jeden z nevyšších efektů přelévání do civilní oblasti a s přihlédnutím do historie je tato skutečnost vypovídající. Podpora vědy a výzkumu v armádním i civilním sektoru by měla být předmětem zájmu tvůrců hospodářské politiky i ostatních ekonomických subjektů. Podpora výzkumu a vývoje v podobě investic má nepochybný vliv na efektivitu a produktivitu práce a tím také na celkový produkt v zemi, a to s velkou pravděpodobností s určitým časovým zpožděním. Velikost tohoto časového zpoždění je dosud neznámá a její zjištění může být tak předmětem dalších prací.

Seznam použité literatury

ACEMOGLU, Daron, 2009. *Introduction to Modern Economic Growth*. Oxfordshire: Princeton University Press. ISBN 978-0-691-13292.

AGHION, P., HOWITT, P. and S. PRANTL, 2015. *Patent rights, product market reforms, and innovation*. [online]. In *Journal of Economic Growth* 20:223-262. [cit. 16.2.2016]. Dostupné z: <http://www.nber.org/papers/w18854.pdf>

AGHION, Philippe and Peter HOWITT. *Endogenous Growth Theory*. [online]. Cambridge, MA: MIT Press. [cit. 16.2.2016]. Dostupné z: <http://www.worldcat.org/title/endogenous-growth-theory/oclc/37373648/viewport>

AGHION, Philippe and Steven N. DURLAUF (eds.), 2013. *Handbook of Economic Growth, Vol. 2B*. Cambridge: Elsevier. ISBN 978-0-444-53540-5.

AGHION, Philippe, 2006. *A Primer on Innovation and Growth*. [online]. In *The Bruegel Policy Brief*, Brussels. [cit. 4.12.2015]. Dostupné z: <http://bruegel.org/2006/10/a-primer-on-innovation-and-growth/>

AKCALI, Y. Burcay and Elcin SISMANOGLU, 2015. *Innovation and the Effect of Research and Development Expenditure on Growth in Some Developing and Developed Countries*. [online]. In *Procedia – Social and Behavioral Sciences*, Vol. 195, pp. 768-775. [cit. 26.1.2016]. Dostupné z: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877042815039531>

ALFONSO, O., MONTEIRO, S. and M. THOMPSON, 2014. *Innovation Economy, Productive Public Expenditure and Economic Growth*. [online]. In *Metroeconomica*, Vol. 65:4. [cit. 21.1.2016]. Dostupné z: http://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2504289

BALTAGI, Badi, 2013. *Econometric Analysis of Panel Data*. Padstow: Wiley. ISBN 978-1-118-67232-7.

BARRO, Robert and Xavier SALA-I-MARTIN, 2004. *Economic Growth*. Cambridge: MIT Press. ISBN 0-262-02553-1.

BARRO, Robert, 2001. *Human Capital and Growth*. [online]. *Human Capital: Growth, History, and Policy*, Vol. 91 No. 2. [cit. 1.2.2016]. Dostupné z: http://www4.fe.uc.pt/mapsdb/barro_aer01.pdf

BASSANINI, Andrea and Stefano SCARPETTA, 2001. *The Driving Forces of Economic Growth: Panel Data Evidence for The OECD Countries*. [online]. *OECD Economic Studies* No. 33, II. [cit. 23.1.2016]. Dostupné z: <http://www.oecd.org/eo/growth/18450995.pdf>

BIORN, Erik, 2010. *A Tutorial For Panel Data Analysis With STATA*. [online]. Department of Economics, University of Oslo. [cit. 4.4.2016]. Dostupné z: http://www.uio.no/studier/emner/sv/oekonomi/ECON5103/v10/undervisningsmateriale/ECO_N5103_V10_STATA_01.pdf

BRAGG, Steven, 2010. *The Ultimate Accountants Reference: Including GAAP, IRS and SEC Regulations, Leases, and More*. New Jersey: John Wiley and Sons. ISBN 978-0-470-57254-2.

CAMERON, Gavin, 1996. *Innovation and Economic Growth*. [online]. In Discussion Paper No. 277, Centre for Economic Performance [cit. 21.1.2016]. Dostupné z: http://eprints.lse.ac.uk/20685/1/Innovation_and_Economic_Growth.pdf

CETIN, Murat, 2013. *The Hypothesis of Innovation-Based Economic Growth: A Causal Relationship*. [online]. In International Journal of Economic Administrative Studies, 6/11, ISSN 1307-9832. [cit. 25.1.2016]. Dostupné z: <http://connection.ebscohost.com/c/articles/90590732/hypothesis-innovation-based-economic-growth-causal-relationship>

CIHELKOVÁ, Eva a kol., 2008. *Mezinárodní ekonomie II*. Praha: C. H. Beck. ISBN 978-80-7400-054-6.

COCCIA, Mario, 2009. *What is the optimal rate of R&D investment to maximize productivity growth?* [online]. In Technological Forecasting and Social Change, 03/2009, 76(3). [cit. 19.1.2016]. Dostupné z: http://www.fep.up.pt/conferencias/eaep2007/papers%20and%20abstracts_cd/coccia.pdf

EUROPEAN COMMISSION, 2013. *The 2013 EU Industrial R&D Investment Scoreboard*. [online]. Luxembourg: European Commission – EU R&D Scoreboard. ISBN 978-92-79-33742-0. [cit. 13.3.2016]. Dostupné z: <http://iri.jrc.ec.europa.eu/scoreboard13.html>

EUROSTAT, 2013. *Gross fixed capital formation (GFCF)*. [online]. Eurostat – Statistic Explained. [cit. 31.1.2016]. Dostupné z: http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Glossary:Gross_fixed_capital_formation_%28GFCF%29

EUROSTAT, 2015, a. *Národní účty a HDP*. [online]. Eurostat – Statistic Explained. [cit. 31.1.2016]. Dostupné z: http://ec.europa.eu/eurostat/statisticsexplained/index.php/National_accounts_and_GDP/cs

EUROSTAT, 2015, b. *Educational attainment statistics*. [online]. Eurostat – Statistic Explained. [cit. 31.1.2016]. Dostupné z: http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Educational_attainment_statistics

EUROSTAT, 2015, c. *R & D personnel*. [online]. Eurostat – Statistic Explained. [cit. 31.1.2016]. Dostupné z: http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/R_%26_D_personnel

EUROSTAT, 2015, d. *Patent statistics*. [online]. Eurostat – Statistic Explained. [cit. 9.3.2016]. Dostupné z: http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Patent_statistics

EUROSTAT, 2015, e. *Eurostat database*. [online]. Eurostat – Data. [cit. 13.3.2016]. Dostupné z: <http://ec.europa.eu/eurostat/data/database>

EUROSTAT, 2015, f. *R & D Expenditure*. [online]. Eurostat – Statistic Explained. [cit. 13.3.2016]. Dostupné z: http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/R_%26_D_expenditure

EUROSTAT, 2016. *Tertiary education statistics*. [online]. Eurostat – Statistic Explained. [cit. 13.3.2016]. Dostupné z: http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Tertiary_education_statistics

EVROPSKÁ KOMISE, 2010. Evropa 2020. *Strategie pro inteligentní a udržitelný růst podporující začlenění* [online]. Brusel: Eurlex [cit. 10.8.2015]. Dostupné z: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2010:2020:FIN:CS:PDF>

GOEL, Rajeev and Rati RAM, 1994. *Research and Development Expenditures and Economic Growth: A Cross-Country Study*. [online]. In *Economic Development and Cultural Change*, Vol. 42, No. 2, pp. 403-411. [cit. 21.1.2016]. Dostupné z: http://www.jstor.org/stable/1154449?seq=1#page_scan_tab_contents

GOLDIN, Claudia, 2014. *Human Capital*. [online]. In *Handbook of Cliometrics*, Heidelberg. [cit. 31.1.2016]. Dostupné z: http://scholar.harvard.edu/files/goldin/files/goldin_humancapital.pdf?m=1453680760

GREENE, Wiliam, 2002. *Econometric Analysis*. New Jersey: Practice Hall. ISBN 0-13-066189-9.

GROSSMAN, Gene M. and Elhana HELPMAN, 1994. *Endogenous Innovation in the Theory of Growth*. [online]. In *The Journal of Enomic Perspectives*, Vol. 8., No.1. [cit. 4.2.2016]. Dostupné z: <http://www.nber.org/papers/w4527.pdf>

GULLEC, Dominique and Bruna van POTTLESBERGHE DE LA POTTERIE, 2001. *R&D Productivity Growth: Panel Data Analysis of 16 OECD Countries*. [online]. Brussels University, Economic Analysis and Statistics Division. [cit. 4.1.2016]. Dostupné z: <http://www.oecd.org/eco/growth/1958639.pdf>

GULOGLU, Bulent and Baris TEKIN, 2012. *A Panel Causality Analysis of The Relationship Among Research and Development, Innovation, and Economic Growth in High-Income OECD Countries*. [online]. In *Eurasian Economic Review*, 2(1), 32-47. [cit. 23.1.2016]. Dostupné z: <http://link.springer.com/article/10.14208%2FEBF03353831>

HANČLOVÁ, Jana, 2012. *Ekonometrické modelování, klasické přístupy s aplikacemi*. Praha: Professional Publishing. ISBN 978-80-7431-088-1.

HINDLS, Richard a kol., 2007. *Statistika pro ekonomy*. Praha: Professional Publishing. ISBN 978-80-86946-43-6.

HOECHLE, Daniel, 2007. *Robust standard errors for panel regressions with cross-sectional dependence*. [online]. The Stata Journal 7, Number 3, pp. 281-312. [cit.4.4.2016]. Dostupné z: <http://www.stata-journal.com/sjpdf.html?articlenum=st0128>

HOLMAN, Robert, 2002. *Joseph Alois Schumpeter – teorie podnikatele a hospodářského cyklu* [online]. Centrum pro ekonomiku a politiku [cit. 10.8.2015]. Dostupné z: <http://cepin.cz/cze/prednaska.php?ID=143>

HOLMAN, Robert, 2010. *Makroekonomie, Středně pokročilý kurz*. Praha: C. H. Beck. ISBN 978-80-7179-861-3.

HSIAO, Cheng, 2007. *Panel Data Analysis – Advantages and Challenges*. [online]. University of Southern California, Los Angeles. [cit. 9.3.2016]. Dostupné z: http://www.uio.no/studier/emner/sv/oekonomi/ECON5103/v10/undervisningsmateriale/PDAppl_14.pdf

INEKWE, N. John, 2015. *The Contribution of R&D Expenditure to Economic Growth in Developing Economies*. [online]. In Social Indicators Research, Vol. 124, Iss. 3, pp 727-745. [cit. 26.1.2016]. Dostupné z: <http://link.springer.com/article/10.1007%2Fs11205-014-0807-3>

KADEŘÁBKOVÁ, Anna a Václav ŽDÁREK, 2006. *Makroekonomická analýza*. Praha: Vysoká škola ekonomie a managementu. ISBN 80-86730-05-0.

KISLINGEROVÁ, Eva a kol., 2008. *Inovace nástrojů ekonomiky a managementu organizací*. Praha: C. H. Beck. ISBN 978-80-7179-882-8.

KISLINGEROVÁ, Eva a kol., 2011. *Nová ekonomika. Nové příležitosti?* Praha: C. H. Beck. ISBN 978-80-7400-403-2.

KLUSÁČEK, K., Z. KUČERA, M. PAZOUR a kol., 2008. *Zelená kniha výzkumu, vývoje a inovací v ČR*. Praha: Technologické centrum Akademie věd ČR. ISBN 978-80-86429-89-2.

LEBRE DE FREITAS, Miguel, 2014. *Introduction to Economic Growth*. [online]. Universidade de Aveiro [cit. 26.12.2015]. Dostupné z: <http://sweet.ua.pt/afreitas/growthbook/MLFGrowthNotesnet.pdf>

MAN, Martin, 2015. *Na výzkum a vývoj dáváme už více než Evropa*. [online]. Měsíčník ČSÚ: Statistika a my, 10/2015. [cit. 13.3.2016]. Dostupné z: <http://www.statistikaamy.cz/2015/10/na-vyzkum-a-vyvoj-davame-uz-vice-nez-evropa/>

MANKIW, G., ROMER, D. and D. WEIL, 1992. *A Contribution to the Empirics of Economic Growth*. [online]. The Quarterly Journal of Economics, May 1992. [cit. 12.3.2016]. Dostupné z: http://eml.berkeley.edu/~dromer/papers/MRW_QJE1992.pdf

MAZOUCH, P. a J. FISCHER, 2011. *Lidský kapitál – měření, souvislosti, prognózy*. Praha: C. H. Beck. ISBN 978-80-7400-380-6.

NÁRODNÍ INFORMAČNÍ CENTRUM, 2013. *Horizont 2020 – stručně o programu* [online]. Technologické centrum AV ČR [cit. 10.8.2015]. Dostupné z: http://www.tc.cz/files/istec_news/tcav-brozura-horizont-2020-internet.pdf

NOVÁK, Petr, 2007. *Analýza panelových dat*. [online]. Acta Oeconomica Pragensia, roč. 15, č. 1, 2007. [cit. 9.3.2016]. Dostupné z: <https://www.vse.cz/polek/download.php?jnl=aop&pdf=40.pdf>

NOVÁKOVÁ, Jana, 2011. *Výzkum, vývoj a inovace v EU: přelévání znalostí a vliv tohoto procesu na tvorbu inovací* [online]. Centrum evropských studií, VŠE [cit. 10.8.2015]. Dostupné z: <http://ces.vse.cz/wp-content/novakova.pdf>

O'DONOGHUE, Ted and Josef ZWEIMÜLLER, 2004. *Patents in a Model of Endogenous Growth*. [online]. In Journal of Economic Growth, 9, 81-123. [cit. 16.2.2016]. Dostupné z: <http://link.springer.com/article/10.1023%2FB%3AJOEG.0000023017.42109.c2>

OECD, 2002. *Frascati Manual: Proposed Standard Practice for Surveys on Research and Experimental Development* [online]. OECD [cit. 19.8.2015]. Dostupné z: <http://www.oecd.org/innovation/inno/frascatimanualproposedstandardpracticeforsurveysonresearchandexperimentaldevelopment6thedition.htm>

PRNKA, T., K. ŠPERLINK a P. KŘENEK, 1999. *Průvodce systémem státní podpory výzkumu a vývoje v České republice*. Ostrava: Repronis. ISBN 80-86122-42-5.

ROMER, Paul M., 1990. *Endogenous Technological Change*. Chicago: Journal of Political Economy, vol. 98, no. 5, pt. 2. 0022-3808-90-9805-0015\$01.50.

SOLOW, Robert M., 1956. *A Contribution to the Theory of Economic Growth*. [online]. The Quarterly Journal of Economics, Vol. 70, No. 1, pp. 65-94. [cit. 12.2.2016]. Dostupné z: <http://piketty.pse.ens.fr/files/Solow1956.pdf>

SYLWESTER, Kewin, 2001. R&D and Economic Growth. [online]. In Knowledge, Technology, & Policy, Vol. 13, No.4, pp. 71-84. [cit. 15.2.2016]. Dostupné z: <http://link.springer.com/article/10.1007%2FBBF02693991#page-1>

ULKU, Hulya, 2004. *R&D, Innovation, and Economic Growth: An Empirical Analysis*. [online]. In IMF Working Paper, Research Department, WP/04/185. [cit. 19.1.2016]. Dostupné z: <https://www.imf.org/external/pubs/ft/wp/2004/wp04185.pdf>

URBAN, Jan, 2015. *Teorie národního hospodářství*. Praha: Wolters Kluwer. ISBN 978-80-7478-724-9.

VARADZIN František a kol., 2004. *Ekonomický rozvoj a růst*. Praha: Professional Publishing. ISBN 80-86419-61-4.

ZEIRA, Joseph, 2011. *Innovations, patent races and endogenous growth*. [online]. In Journal of Economic Growth 16:135-156. [cit. 16.2.2016]. Dostupné z: <http://link.springer.com/article/10.1007%2Fs10887-011-9066-1>

Seznam zkratk

BERD	Výdaje na výzkum a vývoj v podnikatelském sektoru
EPO	Evropský patentový úřad
EU	Evropská unie
EU-28	28 členských států Evropské unie
EUR	Euro
G7	Kanada, Francie, Německo, Itálie, Japonsko, Velká Británie, USA
GBAORD	Výdaje ze státního rozpočtu na výzkum a vývoj
GCI	Globální index konkurenceschopnosti
GERD	Celkové výdaje na výzkum a vývoj
GMM	Zobecněná momentová metoda
HDP	Hrubý domácí produkt
ICT	Informační a komunikační technologie
ISCED	Mezinárodní standardní klasifikace vzdělání
LK	Lidský kapitál
OECD	Organizace pro hospodářskou spolupráci a rozvoj
OSN	Organizace spojených národů
PPP	Parita kupní síly
R&D	Výzkum a vývoj
STATA	Statistický software
THFK	Tvorba hrubého fixního kapitálu
UNESCO	Organizace OSN pro výchovu, vědu a kulturu
USA	Spojené státy americké
USPTO	Úřad průmyslového vlastnictví ve Spojených státech

Prohlášení o využití výsledků diplomové práce

Prohlašuji, že

- jsem byl seznámen s tím, že na mou diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. – autorský zákon, zejména § 35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 – školní dílo;
- beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB-TUO) má právo nevýdělečné, ke své vnitřní potřebě, diplomovou práci užít (§ 35 odst. 3);
- souhlasím s tím, že diplomová práce bude v elektronické podobě archivována v Ústřední knihovně VŠB-TUO a jeden výtisk bude uložen u vedoucího diplomové práce. Souhlasím s tím, že bibliografické údaje o diplomové práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO;
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- bylo sjednáno, že užít dílo, diplomovou práci, nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).

V Ostravě dne 22. 4. 2016.

Bc. David Štramberský

Seznam příloh

Příloha č. 1: Odhady a testy pro panelové regrese s GERD.

Příloha č. 2: Odhady a testy pro panelové regrese s patenty.

Příloha č. 3: Data